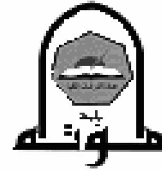


جامعة مؤتة
عمادة الدراسات العليا

العوامل المؤثرة في الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع-وادي الموجب - الأردن

إعداد الطالب
إسماعيل خالد الضمور

إشراف
الأستاذ الدكتور إبراهيم العرود

رسالة مقدمة إلى عمادة الدراسات العليا
استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة
الماجستير في الجغرافيا قسم الجغرافيا

جامعة مؤتة، 2013



MUTAH UNIVERSITY
Deanship of Graduate Studies

جامعة مؤتة
عمادة الدراسات العليا

نموذج رقم (14)

قرار إجازة رسالة جامعية

تقرر إجازة الرسالة المقدمة من الطالب اسماعيل خالد الضمور الموسومة بـــ:

العوامل المؤثرة في الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع – وادي الموجب– الاردن

استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في **الجغرافيا**.

القسم: الجغرافيا.

	التوقيع	التاريخ	
أ.د. ابراهيم مطيع العرود		2013/12/26	مشرفاً ورئيسا
أ.د. صالح سلامة الكساسبة		2013/12/26	عضواً
أ.د. نايف محمود الروسان		2013/12/26	عضواً
د. اسامه عيسى مهاوش		2013/12/26	عضواً

عميد الدراسات العليا

د. علي الضمور



MUTAH-KARAK-JORDAN
Postal Code: 61710
TEL :03/2372380-99
Ext. 5328-5330
FAX:03/ 2375694
e-mail: dgs@mutah.edu.jo sedgs@mutah.edu.jo
http://www.mutah.edu.jo/gradest/derasat.htm

مؤته – الكرك – الاردن
الرمز البريدي: 61710
تلفون: 03/2372380-99
فرعي 5328-5330
فاكس 03/2 375694
البريد الالكتروني
الصفحة الالكترونية

الإهداء

إلى ينبوع الأمل، من كد وعمل، إلى والدي العزيز رحمه الله.
إلى من حملت معي هم دراستي منذ اللحظة الأولى، غرست فيّ التفاؤل بكلماتها المخلصة، ودعائها لي بالتوفيق في دراستي، إلى(أمي الحبيبة).
إلى من ساندوني قلباً، وقالباً، وحملوا عبئاً كبيراً من حياتي، ومشاكلها، إخواني لهم مني كل المحبة وجزيل الشكر والعرفان.
وإلى كل من ساهم في إنجاح هذه الرسالة العلمية المتواضعة.

أهدي نتاج هذا الجهد المتواضع

إسماعيل الضمور

الشكر والتقدير

أتقدم بخالص الشكر والتقدير للأستاذ الدكتور ابراهيم العرود المشرف على الرسالة، لما قدمه لي من نصح وتوجيهات سديدة وملاحظات علمية قيمة أسهمت في إثراء الرسالة.

والشكر والتقدير لأعضاء لجنة المناقشة : الأستاذالدكتور صالح الكساسبة ، والأستاذ الدكتور نايف الروسان ، والدكتور أسامه مهاوش، على تفضلهم بقبول مناقشة الرسالة.

كما وأوجه شكري وتقديري إلى أساتذتي في هيئة التدريس في قسم الجغرافيا، لما قدموه لي من علم وتوجيه طيلة فترة دراستي.

وكل التقدير والامتنان والعرفان إلىجامعة مؤتة، وكل من مد عون المساعدة لإنجاز هذا العمل العلمي المتواضع.

إسماعيل خالد الضمور

قائمة المحتويات

المحتوى	الصفحة
الإهداء...	أ
الشكر و التقدير...	ب
فهرس المحتويات..	ج
قائمة الجداول..	و
قائمة الأشكال..	ح
الملخص باللغة العربية..	ي
الملخص باللغة الانجليزية..	ك
الفصل الأول: خلفية الدراسة ومشكلتها ومنهجيتها......................	1
1.1 المقدمة..	1
2.1 مشكلة الدراسة..	2
3.1 تساؤلات الدراسة...	3
4.1 أهمية الدراسة..	4
5.1 أهداف الدراسة...	4
6.1 مبررات الدراسة..	4
7.1 منطقة الدراسة (حوض وادي البالوع)...........................	5
8.1 منهجية الدراسة..	7
8.1.1 مراحل الدراسة..	7
الفصل الثاني: الإطار النظري والدراسات السابقة........................	17
1.2 مفهوم الناتج الرسوبي...	17
2.2 الدراسات السابقة..	17
2.2.1 الدراسات العربية	18
2.2.2 المستوى العالمي	20
الفصل الثالث: الخصائص الفيزيوغرافية للحوص و أثر العوامل البيئيـــة على الناتج الرسوبي في وادي البالوع	23

الصفحة	المحتوى

المحتوى	الصفحة
1.3 البناء الجيولوجي Geological..................................	23
1.1.3 الحقبة القديمة Paleozoic...............................	23
2.1.3 الحقبة الوسطى Mesozoic............................	24
3.1.3 الحقبة الحديثة Cenozoic............................	25
2.3 التضاريس Topography....................................	28
3.3 التربة Soil...	31
4.3 استعمالات الأراضي Land use............................	42
5.3 الخصائص المورفومترية والجريان المائي وأثرها علـــى النـــاتج الرسوبي..	46
1.5.3 الخصائص المساحية و الشكلية..........................	46
2.5.3 الخصائص التضاريسية.................................	49
6.3 المناخ Climate..	53
1.6.3 الأمطار Rain Fall	54
2.6.3 درجة الحرارة Temperature	59
3.6.3 الرطوبة النسبية......................................	61
4.6.3 التبخر..	62
5.6.3 الرياح Wind...	63
7.3 الغطاء النباتي Vegetation..................................	65
الفصل الربع: الحمولة الرسوبية لوادي البالوع........................	70
1.4 الحمولة السريرية Bed load.................................	70
2.4 الحمولة العالقة Suspended load...........................	80
3.4الحمولة الذائبة Dissolved Load..........................	82
4.4 مصادر الرواسب..	83
1.4.4 عمليات التجوية...	83
2.4.4 الحت المائي..	83

الصفحة	المحتوى
84	3.4.4 الانهيارات الأرضية..................................
85	4.4.4 انجراف التربة......................................
87	5.4 نتائج تطبيق أسلوب الانحدار المتعدد...........................
87	1.5.4 العوامل المؤثرة في كمية الترسيب......................
88	2.5.4 العوامل المؤثرة في حجم الرواسب السريرية...........
89	3.5.4 العوامل المؤثرة في كروية الرواسب....................
89	4.5.4 العوامل المؤثرة في الحمولة العالقة في وادي البالوع....
92	6.4 ملخص النتائج و التوصيات.....................................
93	1.6.4 النتائج...
95	2.6.4 التوصيات..
98	**المراجع**..

قائمة الجداول

رقم الجدول	عنوانه	الصفحة
.1	الوحدات الصخرية في منطقة الدراسة	26
.2	معامل الشكل ونسبة الإستطالة ونسبة الإستدارة لحوض وادي البالوع	48
.3	نسبة التضرس لحوض وادي البالوع	50
.4	خصائص الشبكة المائية في حوض وادي البالوع	51
.5	التكرار النهري والكثافة التصريفية لحوض وادي البالوع	52
.6	معامل الإنعطاف لحوض وادي البالوع	53
.7	المعدل الشهري لكميات الأمطار ضمن منطقة حوض وادي البالوع	55
.8	معدلات الأمطار السنوية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة الممتدة 1989-2012	56
.9	معدل درجات الحرارة الشهري والسنوي لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة 1990/ 2012	60
.10	معدل الرطوبة لمحطةالرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)	61
.11	كميات التبخر الكلية لمحطةالرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)	63
.12	معدل سرعة الرياح لمحطةالرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)	64
.13	مسافة النقل للرواسب السريرية خلال شتاء عام 2012-2013	74
.14	العلاقة بين حجم الرواسب السريرية ومسافة النقل من 2012/1/17 إلى 2013/6/1	75
.15	معدلات نسب أحجام وتكور وشكل واستدارية الرواسب السريرية في المحطات العشر المدروسة على طول مجرى وادي البالوع في الفترة الممتدة من تشرين الثاني لعام 2012 _ أيلول / 2013.	77

رقم الجدول	عنوانه	الصفحة
.16	العلاقة بين حجم الرواسب السريرية ودرجات الانحدار الجانبية في المحطات المقامة على طول مجرى وادي البالوع	77
.17	المعدل الشهري للحمولة العالقة (ملغم/ لتر) في المحطات العشرة المقامة على طول مجرى وادي البالوع خلال شتاء عام 2012- 2013	81
.18	قابلية التربة للانجراف وإجراءات الصيانة المقترحة	86
.19	نتائج الانحدار المتعدد عند اعتبار كمية الترسيب متغيراً تابعاً	91
.20	نتائج الانحدار المتعدد عند اعتبار حجم الرواسب السريرية متغيراً تابعاً	91
.21	نتائج الانحدار المتعدد عند اعتبار كروية الرواسب السريرية متغيراً تابعاً	91
.22	نتائج الانحدار المتعدد عند اعتبار الحمولة العالقة متغيراً تابعاً	92

قائمة الأشكال

رقم الشكل	عنوانه	الصفحة
.1	موقع منطقة الدراسة	6
.2	صناديق قياس انجراف التربة بفعل ارتطام قطرات المطر	9
.3	أوتاد معدنية مدرجة في منطقة الدراسة	10
.4	مسافة نقل الأحجام الصخرية المختلفة داخل كل محطة	11
.5	عرض المياه في منطقة الدراسة	12
.6	الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة	27
.7	الخارطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة	30
.8	التربة البرتقالية الانتقالية في منطقة الدراسة	33
.9	التربة الحمراء العميقة في منطقة الدراسة	34
.10	قطاعات التربة في منطقة الدراسة	35
.11	مقطع للتربة البرتقالية عمقه 100 سم في منطقة الدراسة	37
.12	مقطع تربة عمقة 80 سم في منطقة الدراسة	38
.13	مقطع تربة عمقة 30 سم	39
.14	مقطع تربة اعالي التلال عمقها اقل من 40 سم	40
.15	خريطة أعماق التربة في منطقة الدراسة	41
.16	العلاقة بين إنتاج الرواسب وحالة الغطاء النباتي والأراضي الصخرية الجرداء	43
.17	المعدل الشهري لكميات الأمطار لمحطةالرصد الجوي في منطقة الربة	55
.18	معدلات الأمطار السنوية لمحطةالرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (1989-2012)	57
.19	خارطة توزيع الأمطار لمنطقة الدراسة	58

رقم الشكل	عنوانه	الصفحة
20.	معدل درجات الحرارة الشهري والسنوي لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة 1990/ 2012	60
21.	معدل الرطوبة لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)	62
22.	كميات التبخر الكلية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)	63
23.	معدل سرعة الرياح لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة 2003-2012)	64
24.	الشجيرات الصحراوية في المجاري المائية	67
25.	أشجار الطرفه في منطقة الدراسة	68
26.	خارطة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة	69
27.	محطات القياس العشرة في منطقة الدراسة	73
28.	مسافة النقل للرواسب السريرية خلال شتاء عام 2012-2013	75

الملخص

العوامل المؤثرة في الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع

اسماعيل خالد الضمور

جامعة مؤتة، 2013

تم في هذه الرسالة دراسة الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع أحد الروافد الرئيسية لحوض وادي الموجب الواقع إلى الشمال الغربي من محافظة الكرك، وتبلغ مساحة الحوض 121 كموتهدف هذه الدراسة لتفسير التغيرات التي تطرأ على الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع تبعاً للخصائص المورفومترية لبيئة الحوض، والتغيرات التي تطرأ على الحجم والتغيرات الطارئة على العمليات النهرية ذات الصلة.

ولتحقيق هذه الأهداف فقد اعتمدت الدراسة على المنهج العلمي والتمثيل في جمع المعلومات والبيانات والصور الجوية ذات العلاقة بموضوع البحث وإجراء التحليل اللازم لها . كما اعتمدت الدراسة على العمل الميداني والمخبري مع إجراء التحليل الإحصائي لبيانات مشتقة من العمل الميداني.

وخلصت الدراسة إلى مجموعة من النتائج كان من أهمها:

وجود علاقة ارتباط بين حجم الناتج الرسوبي ودرجة انحدار المجرى انحدار المجرى لوادي البالوع، بالإضافة إلى وجود علاقة عكسية بين مسافة النقل وحجم المادة الرسوبية حيث تناقص حجم المادة الرسوبية مع ازدياد مسافة النقل وتدنى الحجم مع ازدياد مسافة النقل وأشارت النتائج لدور الإنسان الا مؤثر بعملية الترسيب من خلال العديد من الأنشطة أهمها(الزراعة، الرعي، النشاط العمراني ، شق الطرق) وأشارت النتائج إلى دور الخصائص المورفومترية للوادي من حيث زيادة حجم الرواسب وذلك من خلال زيادة القدرة المائية للحوض في النابع التي تعيق مجاريها وزيادة ناتجها الرسوبي في الوادي.

Abstract

The influencing factors on the sedimentary yield of Wadi Al-Balou' Basin

Ismail Khaled Al-Dmour

Mu'tah University, 2013

This study addresses the sedimentary yield of Wadi Al-Balou' basin which is considered as one of the major branches of Wadi Al- Moujib basin in the northwest of Al-Karak governorate .It has an area of 121 km² .

This study aims to investigate the changes that occur in the sedimentary yield of Wadi Al-Balou' Basin based on themorphometric characteristics of the basin and the changes that occur to the yield as well as the resulting changes to the related river processes .

In order to achieve the objectives of the study, the scientific approach and representation were used to collect the data and the related ariel imagery as well as conducting the necessary analysis. This study also depends on the field and laboratory work as well as conducting the statistical analysis for the resulting data of the field work.

This study concluded many results, the most notably:
There is a correlation relationship between the size of the sedimentary yield and the slope degree of Wadi Al-Balou' course. There is also an inverse relationship between the transportation distance and the sedimentary yield,as the size of the sedimentary yield decreases when the transportation distance increases and vice versa. The study results illustrates that the human activities have an effective role on the sedimentation process through (farming, grazing, urban activity, and road construction). The results of the study also shows the role of the morphometric characteristics of Wadi Al-Balou' in terms of increasing the sedimentary yield (i.e, increasing water capacity of the basin results in deepening the sedimentary yield within the valley.

الفصل الأول

خلفية الدراسة ومشكلتها ومنهجيتها

1.1 المقدمة

يُعد الناتج الرسوبي (Sediment Yield) في وادي البالوع ناتجاً للنشاط الحتي الذي يقوم به مجراه عندما تزداد سرعته وكمية تصريفه المائي، وما يؤدي إليه ذلك من زيادة تابعة في طاقته النهرية (Stream Energy)، وقدرته على نقل حمولته الرسوبية (العنانزة، 1986).

وتحدد الخصائص المورفومترية مقدار استجابة مواد سطح الحوض وسرير مجراه وضفافه للنشاط الحتي، كما أن اختلاف معامل شكل الحوض، والخصائص التضاريسية والانحدارية، وكثافة شبكة تصريفه المائي، تلعب دوراً واضحاً في تحديد الطاقة النهرية للتصريف المائي وقدرته على نقل حمولته الرسوبية.

وتتم عملية تغذية الناتج الرسوبي للوادي من خلال التصريف المائي للروافد الفرعية التي تصب في مجراه الرئيس، فبعد أن تقوم المسيلات (Rills)، والأخاديد (Gullies)، والانهيارات الأرضية، وعمليات التجوية (Weathering Processes) بتهيئة مواد صخرية قابلة للحت والنقل، تعمل تلك الروافد على نقلها لمسافات مختلفة، تتناسب مع طاقتها النهرية وخصائصها المورفومترية، فكلما زادت قوى الحت (Eroding Force) لتلك الروافد، زادت الحمولة الرسوبية التي تُغذي مجراه، وهذا يعني أن الناتج الرسوبي للوادي لا بد أن يرتبط بزيادة ملحوظة في طاقته النهرية المرتبطة بزيادة كمية تصريفه وسرعته، وحدوث تغييرات في خصائصه المورفومترية.

وتكمن الأهمية الجيومورفولوجيه لعمليات الترسيب في أنها ذات طبيعة ديناميكيه متغيرة، تبعاًلتغير لظروف البيئية والحوضية السائدة . لذلك فإن دراسة العوامل المؤثرة فيها سوف تسهم في تحديد التغيرات التي تتعرض لها عمليات الترسيب، والتي يمكن من خلالها وضع الحلول المناسبة للحد من أخطارها في التأثير على موارد المياه،

والتربة والمشاريع الزراعية، والمائية، من خلال تقديم التوصيات المناسبة حول مشاريع تطوير هذه الموارد، ولما كان النشاط النهري من أهم العوامل المؤثرة في عملية الترسيب النهري.

ظهرت العديد من الدراسات التي تبرز دور الإنسان كعامل جيومورفولوجي على اعتبار أنه أصبح عاملاً لا يقل شأناُ عن بقية العوامل الجيومورفولوجية المؤثرة في عملية الترسيب كالأمطار والمياه الجارية وغيرها، وذلك بما يسببه من إخلال في التوازن الايكولوجي بين الغطاء النباتي ومعدل الجريان المائي بفعل ممارسته للأنشطة غير المسؤولة، كالرعي الجائر، والحراثةالخاطئة وإقامة المباني، والسدود وغيرها، وما ينجم عن هذه الأنشطة من زيادة احتمالية تكون الفيضانات ، وتدهور خصوبة الأراضي الزراعية، وحدوث مشاكل بيئيه، كانجراف التربة وزيادة التراكم الرسوبي خلف السدود.

2.1 مشكلة الدراسة

يعاني حوض وادي البالوع كغيره من الأودية الأخرى في الأردن ، من مشكلة ارتفاع كميات الناتج الرسوبي بفعل زيادة انجراف التربة، وما يترتب على ذلك من آثار هامه ومخاطر جسيمة النتائج، ويعود ذلك إلى عوامل متعددة منها:

1. انعدام الغطاء النباتي من السفوح بفعل الرعي الجائر.
2. طبيعة التربة وانخفاض قابلتها على تسريب الماء بسبب قوامها الطيني مما يزيد من الجريان السطحي الذي يؤدي إلى إزالة الطبقة السطحية من التربة وبالتالي زيادة التعرية المائية وكمية الرسوبيات.
3. طبيعة الأمطار في حوض وادي البالوع بحيث تسقط بشكل مفاجئ وقوي مما يزيد من احتمالية الجريان السطحي.
4. تسقط معظم الأمطار في فصل الشتاء عندما لا يكون هناك غطاء نباتي.

5. طبيعة أدارة الأرض حيث أن الحراثة غير كنتورية تزيد من احتمالية الجريان السطحي وانجراف التربة.
6. شدة تضرس حوض الدراسة.

تكمن مشكلة البحث في فحص التغيرات التي تطرأ على الناتج الرسوبي لوادي البالوع تبعاً لاختلاف الخصائص المورفوم ترية لبيئته الحوضية، والتغيرات التي تطرأ على حجم تصريفه المائي وما يرتبط بها من تغير واضح في العمليات الجيومورفولوجية النهريةلتي تتمثل في عمليات الحت والنقل والترسيب، إذ يزداد نشاط هذه العمليات في ظل الزيادة الملحوظة في كمية التصريف المائي وسرعة جريانه، كما تعمل الخصائص المورفومترية للحوض – ومنها:المساحة الحوضية، ونسبة التضرّس، والكثافة التصريفية، وخصائص الشبكة المائية – على تحديد ناتجه الرسوبي من خلال التأثير المباشر في خصائصه الانحدارية وخصائص التصريف المائي المنساب عبر المجاري المائية، ومدى استجابة موا د سطح الحوض وسرير مجراه وضفافه لعملية الحت المائي التي تغذي الناتج الرسوبي للوادي.

3.1 تساؤلات الدراسة:

تحاول الدراسة الإجابة عن الأسئلة التالية:

1. ما دور الخصائص المورفومترية التي يتميز بها حوض وادي البالوع في تحديد حجم ناتجه الرسوبي؟
2. ما الخصائص والتغيرات التي تتعرض لها الحمولة الرسوبية لوادي البالوع؟
3. ما حجم التغيرات التي تطرأ على حجم الناتج الرسوبي للوادي في ظل تباين خصائصه الهيدرولوجية، وبخاصة التصريف المائي وسرعة جريانه؟

4.1 أهمية الدراسة

تأتي أهمية الدراسة في فحص ال تغيرات التي يتعرض لها النشاط الرسوبي في وادي البالوع في ظل حالات عدم الاستقرار، والتغير في الظروف المناخية ، إضافة إلى الظروف الجيومورفولوجية التي تتباين بشكل ملحوظ على طول المقطع الطولي للوادي، وتتمثل بدراسة العوامل الجيومورفولوجية للوادي.

5.1 أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحقيق ما يلي:

1. تحليل الدور الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية لحوض وادي البالوع في تحديد حجم ناتجه الرسوبي وربط تلك الخصائص بالظروف البيئية للحوض.
2. دراسة خصائص الشبكة المائية لوادي البالوع، وهي:الكثافة التصريفية، والتكرار النهري، ورتب المجاري المائية.
3. دراسة التغيرات التي تطرأ على حجم الناتج الرسوبي على طول مجرى الوادي تبعاً لاختلاف كمية تصريفه المائي وسرعة جريانه.
4. قياس ودراسة الحمولة الرسوبية لوادي البالوع من أجل تحديد خصائصها , وقدرة الوادي على نقلها في ظروف بيئية وحوضية مناسبة.

6.1 مبررات الدراسة:

1. قلة الدراسات السابقة التي تناولت هذا الموضوع محليا على الرغم من أهميته في المجالات الزراعية والسكانية ودراسات التربة.
2. ارتباط الناتج الرسوبي بالعديد من المشكلات البيئية (Environmental problems) وتتمثل في: توضع الرواسب (Sediment Deposition) في القنوات النهرية والخزانات المائية، وتدهور نوعية مياه الأنهار (Deteriorations of Stream Water Quality)، مما يتطلب وضع استراتيجيات لإدارة الأحواض

المائية (Catchment Management)، وحماية تربتها من الانجراف، وبخاصة في مناطق المجاري العليا.

3. إن دراسة التغيرات للنشاط الارسابي للنهر يلقي الضوء على مختلف العوامل البيئية السائدة وخاصة التغيرات المناخية.

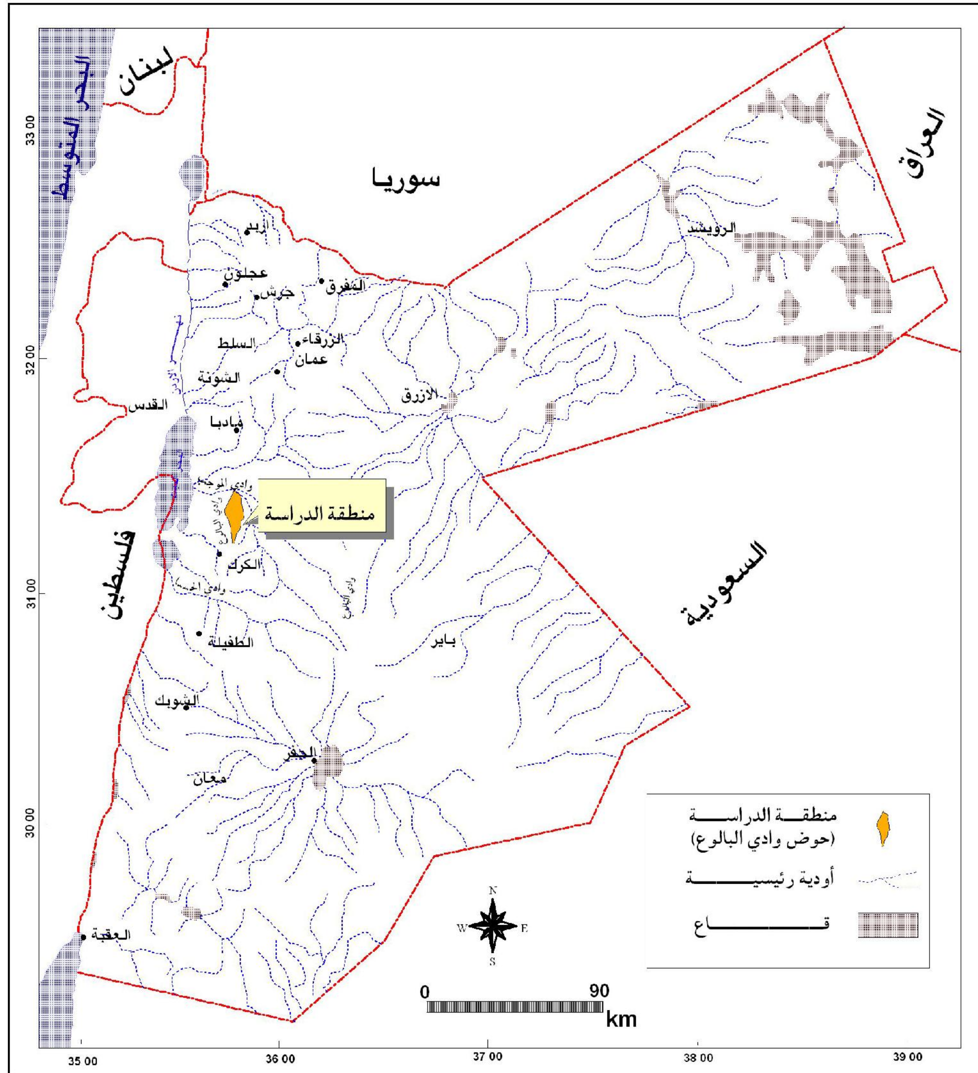
4. يعتبر وادي البالوع بيئة مناسبة للدراسة كنموذج يمكن تعميم نتائجه بسبب تنوع ظروفه المناخية والجيومورفولوجية، وتنوع استعمالات الأرض، وتزايد النشاطات البشرية غير المخططة . وعليه فإن هذه الدراسة تقدم للمختصين والباحثين المعلومات اللازمة عند القيام بدراسة مشابهة على الأحواض المائية التي تنسجم مع الظروف المناخية للوادي.

5. يمثل وادي البالوع نموذجا للأودية الأردنية التي تعاني من تصعيد في عمليات الانجراف، والناتج الرسوبي بفعل عوامل بيئية متعددة ومتباينة زمنياً ومكانياً.

6. تشكل أراضي الحوض بيئة ملائمة للنشاط الزراعي لملائمة التربة وتوفر مصادر المياه كما توفر الإمطار كميات مياه كافية للزراعة البعلية، غير أن خطر الانجراف يهدد إنتاجية هذه الأراضي.

7.1 منطقة الدراسة (حوض وادي البالوع)

يقع حوض وادي البالوع إلى الشمال الغربي من محافظة الكرك بين خطي طول 35 49.8 ̊_ 35 43.8 ̊ شرق غرينتش وبين دائرتي عرض 31 12.6 ̊ _ 31 26.4 ̊ شمال خط الاستواء ويبلغ أقصى امتداد عرضي للحوض 8 كيلو متر في حين بلغ أقصى طول للحوض 30 كيلو متر، أما مساحة الحوض فتبلغ (121) كيلو متر مربع (شكل 1).



شكل رقم (1)

موقع منطقة الدراسة

وتبلغ أطوال روافد حوض وادي البالوع 229.634 كيلو متر ويوجد للحوض 94 رافداً، ويعد حوض وادي البالوع احد الروافد الرئيسية لحوض وادي الموجب ويشكل حوض البالوع منطقة مثلثة الشكل تقريبا.

8.1 منهجية الدراسة

تم في هذه الدراسة الاعتماد على استخدام المصادر المكتبية، ونشرات وتقارير الدوائر المعنية لدى الوزارات المختلفة، بالإضافة إلى العمل الميداني والتحليل المخبري. وسوف تستخدم هذه البيانات والمعلومات في تفسير الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع، بعد معالجتها ببعض الأساليب الإحصائية وذلك من خلال دراسة ما يلي:-

1. الخصائص البيئية والحوضية والجريان المائي وأثرها على الناتج الرسوبي.
2. العمليات الجيومورفولوجية المساهمة في الناتج الرسوبي.
3. الحمولة الرسوبية في مجرى وادي البالوع.

8.1.1 مراحل الدراسة

أولاً: المرحلة التأسيسية:

تضمنت هذه المرحلة جمع البيانات الأساسية من مصادرها المختلفة كما يلي:

1. تحديد منطقة الدراسة اعتماداً على الخرائط الطبوغرافية، حيث تم تحديد منطقة الدراسة حوض وادي البالوع.
2. الحصول على بيانات الأمطار اليومية والشهرية من محطة الرصد الجوي في منطقة الربة.
3. تحضير الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية والمرئيات الفضائية التي تغطي منطقة الدراسة وشملت الخرائط التالية:
   أ. الخرائط الطبوغرافية لحوض وادي البالوع بمقياس 1:50000
   ب. الخرائط الجيولوجية بمقياس 1:50000
   ج. المرائيات الفضائية وتم الحصول عليها من برنامج Google earth pro
4. المسح الميداني: شمل المسح الميداني الجوانب التالية:

أ. التصوير الفوتوغرافي للغطاء النباتي الطبيعي والمزروعات البعلية والمزروعات المروية والأراضي المحروثة والأراضي غير المحروثة ومناطق انجراف التربة.

ب.قياس بعض المتغيرات لمعرفة أثرها على التصريف المائي وانجراف التربة والحمولة السريرية والحمولة المعلقة قبل وبعد موسم الأمطار مع تركيز القياسات خلال هذا الفصل أثناء وبعد كل عاصفة.

ومن أهم هذه المتغيرات:

1. كمية الأمطار: تم قياس كميات الأمطار الساعية واليومية والشهرية في محطات الرصد الجوي التي تغطي منطقة الدراسة, محطة الربة.

2. انجراف التربة: تم إنشاء محطات قياس انجراف التربة في الجزء الأوسط من حوض وادي البالوع، وتم تركيب محطات قياس في أرض محروثة ومحطات في أرض غير محروثة في مناطق مختلفة الانحدار، لتفسير الاختلاف في كميات التربة المنجرفة من المحطات، خلال موسم المطر. كماتم قياس المتغيرات التالية في كل محطة:

أ. انجراف التربة بفعل الجريان الغطائي أو الصفيحي (sheet erosion) للأمطار, وذلك بواسطة احاطة 2م² من الأرض بحواجز خشبية بارتفاع 10 سم لمنع دخول التربة من خارج المساحة المحددة ، ووضع في أسفل محطة لقيالس حوض معدني لالتقاط المفتتات المجروفة منها . وأخذت هذه المفتتات بعد نهاية كل يوم ماطر ثم جففت ، ووزنت لتحديد مقدار انجراف التربة بالغرام من كل م² في محطة القياس.

ب. انجراف التربة بفعل ارتطام قطرات المطر وذلك بوضع صناديق في مناطق مختلفة.



شكل رقم(2)

صناديق قياس انجراف التربة بفعل ارتطام قطرات المطر

جمك الطبقة المزالة من التربة في كل محطة وداخل محطات القياس , وتم قياس ذلك بوضع أوتاد معدنية مدرجة وميزت الأجزاء المغروسة من هذه الأ وتـــاد داخل التربة بألوان مختلفة وقد تم قياس سمك ا لطبقة المزالة عن طريق قياس الأجزاء المطلية التي تتكشف من هذه الأوتاد المغروسة ، والتي تظهـــر فـــوق سطح التربة بعد كل عاصفة مطرية وفي نهاية فصل الأمطار.



شكل (3)

أوتاد معدنية مدرجة في منطقة الدراسة

مسافة نقل الأحجام الصخرية المختلفة داخل كـ ل محطة في الارض المحروثة وغير المحروثة.وتم ذلك بتم ييز مجموعة من الحجارة بألوان مختلفة وقيــاس مسافة نقلها بعد كل عاصفة مطرية وفي نهاية الفصل المطير.



شكل(4)

مسافة نقل الأحجام الصخرية المختلفة داخل كل محطة

3. معرفة المواد التي تتكون منها الرواسب ونسبها المئوية عن طريق التحليل الميكانيكيلبعض العينات من كل محطة , وذلك في مختبرات المركز الوطني للبحوث الزراعية والإرشاد الزراعي.

4. الحمولة السريرية : لبيان أثر بعض المتغيرات في عملية الترسيب في حوض وادي البالوع، تم إنشاء عدة محطات قياس تم اختيارها ع لى طول المجرى من الوادي، وتبعد كل محطة عن الأخرى مسافة 1500 متر بحيث تكون بداية المحطات في منطقة المصب، واستخدم ت هذه المحطات لقياس هذه المتغيرات خلال الموسم المطري وتتضمن هذه المتغيرات ما يلي:

أ.عرض المياه في المجرى المائي: تمّ قياس عرض المياه باستخدام الشريط وذلك بأخذ ثلاثة قياسات رئيسية لعرض المجرى عند كل محطة، ثم حُسب متوسط هذه القياسات للحصول على عرض المياه عند كل محطة قياس.



شكل (5)

عرض المياه في منطقة الدراسة

ب.عمق المياه : تم قياس عمق المياه عن طريق تجزئة عرض المجرى إلى ثلاثة أجزاء متساوية، وأخذ العمق عند كل جزء، ومن ثم حساب متوسط هذه الأعماق، للحصول على عمق المياه عند كل محطة قياس.

ج.سرعة الجريان تمّ قياس ذلك باستخدام قشّة بلاستيكية عن طريق تحديد الزمن اللازم بالثواني لهذه القشة لقطع مسافة محدودة مقاسة بالشريط عند

كل محطة، تم الحصول على سرعة المياه بالمتر في الثانية بحساب متوسط هذه القياسات عند كل محطة قياس . وقد تمت القياسات الثلاثة السابقة لتقدير حجم التدفق المائي أثناء فترة القياس.

د.حجم الرواسب : تم اختيار أكبر عشر حبيبات من الرواسب عند كل محطة قياس، وذلك بعد تحديدها بدائرة يبلغ قطرها (50سم)في وسط المجرى، وتم حساب المحاور الرئيسية الثلاثة لكل حبيبة، وهي الطول والعرض والسمك، وذلك باستخدام المسطرة.

هـ.كرويّة الرواسب تم حسابها حسب معادلة (كرمباين)، التي تعرّف درجة التكوّر على أنها : الجذر التكعيبي لطول العيّنة إلى حاصل ضرب طولها بسماكتها بعرضها.

و.درجة الانحدار : تم قياس درجة الانحدار من كل محطة رسوبية باستخدام اداة التسوية (Abny level). والتي تكتب على النحو التالي:

$$S=L^3/(L.D.W)$$

ز.التصريف المائي : تم قياس التصريف المائي لوادي البالوع عن طريق ضرب عمق المياه بعرضها وبسرعتها، وذلك حسب المعادلة التالية:

$$Q = A v$$

حيث أنّ:

Q=كمية التصريف المائي م^3 /ث

A =مساحة مقطع النهر م^2(الطولxالعرض)

v =سرعة مياه النهر م /ث

(الأنصاري، 1997)

ح.مسافة النقل: تم تحديدها ابتداءاً من بيئة المصب حتى نهاية الجريان ، وقد جزئت هذه المسافة إلى وحدات طولية يبلغ كل منها 500م، اعتبر كل منها محطة رسوبية لقياس بعض المتغيرات المدروسة.

ط.الحمولة العالقة والذائبة : تم أخذ عينة من مياه مجرى الوادي عند كل محطة قياس وذلك بعد كل عاصفة مطرية وخلال شهور الشتاء وذلك للفترة الممتدة من تشرين الأول لعام 2012 إلى نيسان عام 2013.

تم حساب تركز الرواسب العالقة Suspended sediment concentration من المعادلة التالية:SSC ((= Mg\I(w1-w2) (v1000)

حيث أن: SSC تركز الرواسب العالقة (ملغم/ لتر).

W1: وزن ورقة الترشيح جافة وخالية من الرواسب بالملغم.

W2: وزن ورقة الترشيح والرواسب بعد التجفيف بالملغم.

V: حجم عينة الماء التي صبت على ورقة الترشيح بالملغم.(الأنصاري،1997)

ي. تم الحصول على اختبارات نوعية الرواسب وأخذ عينات مستقلة لفحصها.

ثانياً: مرحلة الترقيم والتفسير:

لتحويل الخرائط الورقية الخاصة بمنطقة الدراسة إلى خرائط رقمية تم استخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافيةArcGisV.10 . حيث استخدمت هذه الخرائط كأساس لتوقيع المظاهر الطبيعية والبشرية، والتي شملت خطوط الكنتور والأودية واستخدامات الأرض والمناطق السكنية وغيرها.

ولتحقيق ذلك تم القيام بما يلي:

1. الحصول على خرائط طبوغرافية مقياس رسم 1:50000 ومرئية فضائية لمنطقة الدراسة من برنامج Google earth proلاستخدامها كأساس في تحويل الظواهر إلى بيانات رقمية حديثة .وتحويلها إلى خرائط ورقية باستخدام برنامج ArcGis V.10.
2. إجراء عملية تحويل للإحداثيات المستخلصة من المرئية الفضائية والخرائط الطبوغرافية إلى إحداثيات ع المية حقيقية تستند إلى خطوط الطول ودوائر العرض.

وهي العملية المسمّاه Registration في نظم المعلومات الجغرافية . وذلك من خلال الاستعانة بصورة فضائية مصححة لمنطقة الدراسة . وتم استخدام تلك الصورة المصححة في تحديد النقاط المرجعية اللازمة لتحويل الإحداثيات المحلية إلى جغرافية. وتم إجراء عملية تحويل الإحداثيات الجغرافية إلى المسقط الجغرافي المناسب، وتم باستخدام نظام إحداثيات (37 utm zone) و ذلك باستخدام نظام Envi4.2 برنامج تحليل المرئيات الفضائية.

3. تم الحصول على ملفات الشكل (shape file's) للظواهر الرئيسية في منطقة الدراسة مثل الطرق، المناطق السكنية، المظاهر الطبيعية، وتوقيعها على خريطة منطقة الدراسة. وإجراء المعالجة اللازمة لهذه الأشكال وترقيم الأجزاء الناقصة منها بالاستعانة بالمرئية الفضائية.
4. تم استخدام برنامج ArcGis لرسم و إنتاج الخرائط و الأشكال الخاصة بالدراسة وتخزين الخرائط على شكل طبقات جغرافية، لسهولة التعامل معها وعرضها وتحليلها.

ثالثاً: مرحلة تحليل البيانات ومعالجتها:

تم إخضاع جميع البيانات التي تم الحصول عليها من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية والمصورات الفضائية والمسح الميداني والبيانات المناخية للأمطار والحرارة والتبخر..... الخ، للتحليل لفهم العوامل المؤثرة في الناتج الرسوبي ونوعية الرواسب.

وسوف تستخدم المناهج التالية للمساعدة في تحليل البيانات:

1. المنهج **الوصفي**: وهو المنهج الذي يقوم على وصف خصائص ظاهرة معينة وجمع البيانات والحقائق عنها، كنوع الصخر، التربة (الصنيع، 1404هـ، ص51 – 53).
2. **المنهج التحليلي المكاني**: وهو المنهج الذي يختص في تحليل الاختلافات المكانية وإظهارها ويتميز باستخدامه للخرائط، حيث استخدام في مرحلة تحليل

الخرائط وتوزيع الظواهر الجغرافية قيد الدراسة (مصلحي، 1984، ص51-52).

3. **المنهج الكمي:** هو أن نصف ونحلل الظاهرة عند دراستها، باستخدام الأساليب الإحصائية وتم استخدامه في معالجة البيانات الطبوغرافية التي تم الحصول عليها من الخرائط في دراسة الحوض كالتضرّس، الكثافة التصريفية، معامل الانعطاف (الصنيع، 1404، ص51-53).

الخرائط المنتجة: تم إنتاج مجموعة من الخرائط منها:

1. خارطة حوض البالوع : وتم تحديد حوض وادي البالوع، بناءً على حدود تقسيم المياه لهذا الحوض.
2. خارطة الشبكة المائية: وتم ترقيم الشبكة المائية الرئيسية للحوض.
3. خارطة كنتورية: وتم الحصول عليها بعد عملية الترقيم للخرائط الطبوغرافية.
4. خارطة جيولوجية : وتم ذلك من خلال ترقيم الخرائط الجيولوجية للتعرف على الوحدات الصخرية.
5. خارطة قطاعات التربة : وتم الحصول عليها بعد عملية الترقيم للمصورات الفضائية والخرائط الطبوغرافية
6. خارطة المناطق السكنية في حوض وادي البالوع.
7. خارطة استخدامات الأراضي.
8. خارطة خطوط المطر المتساوي.

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

1.2 مفهوم الناتج الرسوبي (Sediment Yield):

الناتج الرسوبي (Sediment Yield) عبارة عن كميـة الرواسـب المزالـة بواسطة الجريان السطحي من وحدة مساحية معينة في زمن معين، أو أية كميـة يـتم جرفها وتنقل من مكانها إلى مكان آخر في الحوض وتترسب فيـه وتتوضـع المـواد المجروفة في النهاية عند بيئة المصب بأشكال مختلفة منها المراوح الفيضية (العنانزة، 1986).

وقد أسهمت المشاكل الناجمة عن عمليات الترسيب في تنبيه المخططين إلى ضرورة الاهتمام بهذه العمليات ودراستها وأخذها بعين الاعتبار عند إقامة المشاريع المختلفـة، كإقامة السدود على المجاري المائية، وتطوير الأراضي الزراعية.

2.2 الدراسات السابقة

لاقى موضوع الناتج الرسوبي اهتماماً كبيراً من قبل المتخصصين والباحثين لما لهذا الموضوع من أهمية بالغة من الناحية الجيومورفولوجية والتطبيقية ونظراً لارتباط الناتج الرسوبي بمشاكل انجراف التربة والترسيب في السدود والأقنية الزراعية، فقـد لاقى موضوع حماية التربة من الانجراف وحماية موارد المياه اهتماماً كبيراً من قبـل الدوائر المعنية في الوقت الحاضر، حيث أن الحفاظ على التربة بالاسـتعمال الأمثـل والإدارة الجيدة يحقق ما تسعى إليه الجهات المسؤولة عن ضمان وتوفير مستوى جيـد من الأمن الغذائي.

وتمت الاستعانة بالدارسات العربية والأجنبية على حد سواء، ومنها:

2.2.1 الدراسات العربية

قدر (العبادي، 1974)،كمية الرواسب المحمولة بفعل الجريان من نقطة علــى أحد السفوح فوق سد الملك طلال مباشرة بحوالي 1،98% من كمية التصريف المائي، وقد تنبأ بان بحيرة السد ستتعرض للامتلاء بالرواسب خلال 19 عاماً نتيجــة للتــراكم الرسوبي بفعل عملية الترسيب التي تتعرض لها.

وأشار أحد تقارير (سلطة المصادر الطبيعية، 1978) أن محصلة عاصفة ماطرة ليوم واحد حدثت في شتاء عام 1966،كانت كافية بملئ قناة الغور الشرقية بالأنقــاض والرواسب، الأمر الذي تطلب ثلاثة شهور لتنظيفها بكلفة قُدّرت بحــوالي 4،5 مليــون دولار في تلك الفترة.

وقدرت (شركة هارزا، 1980)مجموع الرواسب السنوية الترسيبية أمــام سـد الملك طلال بحوالي 1،7 مليون متر مكعب سنوياً، مما يشير إلى دور عملية الترسيب في التقليل من كفاءة السدود، وطاقتها التخزينية نتيجة للتراكم الرسوبي.

وقد درس (غنيم، 1982) مورفولوجية دلتا زرقاء مــاعين، وقــد بينــت هــذه الدراسة دور عملية الترسيب في تشكيل الدلتا، وأثر الظـــروف البيئيـــة فـــي عمليـــة الترسيب، كما تناولت هذه الدراسة الظواهر الفرعية السائدة في منطقة الدلتا، كانتقــال الفروع المائية والشبكة المائية مستعيناً بالصور الجوية.

وقد ناقش (سلامة، 1985) اختلاف التصريف المائي في الأودية الــصحراوية في الأردن، وقارن بين التصريف وخصائص تلك الأودية . وارتباطها بهطول الأمطار وتناولت الدارسة مجموعة من الأحواض المائية شملت وادي الموجب، وادي اليـــابس، وادي العرب، وادي شعيب، ..... إلخ، وتم تحديد المجاميع التصريفية لفتــرات زمنيــة مختلفة، كما حسبت لها المتوسطات الحــسابية والانحرافــات المعياريــة ومعــاملات الانحراف وفترات الرجوع والتكرار، وأظهرت الدارسة بأن هناك تبايناً فـــي كميـــة التصريف المائي في الأودية المدروسة، وأن قمة التصريف في معظم الأودية تحدث في شهر كانون ثاني.

وفي دراسة (عريم) المشار إليها في (المومني، 1997) التي أشارت إلى إمكانية البحث عن المواقع المقترحة لإنشاء مجموعة السدود، وإمكانية نقل مياه الموجب إلى عمان .

وقد ناقش (العنانزة، 1986) الناتج الرسوبي في حوض وادي كفرنجة،وقد أوضحت هذه الدارسة دور كفاءة وسعة المجرى في نقل الرواسب، وقد قاس الباحث كمية الحمولة الرسوبية ميدانياً في الحوض وربطه بكمية المطر، وتراوحت ما بين 5،7 إلى 588،8 طن / كيلو متر مربع سنوياً.

و درس (الظاهر، 1989) قابلية التربة للانجراف في حوض وادي شعيب، وصنفها حسب قابليتها للتعرية، وتوصل لتقييمها نوعاً وكماً بالمقارنة مع مناطق أخرى، ثم حاولت الدراسة تحديد أسباب زيادة معدلات انجراف التربة في بعض المناطق، معتمداً بذلك على طبيعة الخصائص البيئية والحوضية السائدة في منطقة الدراسة، وقد ساعدت هذه الدراسة الباحث في معرفة تأثير الانحدار في معدلات انجراف التربة وما تقوم به من دور في زيادة الحمولة الرسوبية للوادي.

ودرس (عوده، 1994) دلتا الموجب وأفادت الدراسة أن دلتا الموجب قد تأثرت بالظروف الطبيعية مثل خشونة الحمولة النهرية، وزيادة حدة العمليات النهرية على البحرية، إضافة إلى تذبذب مستوى البحر الميت، وهبوط مستواه، وكيف أثرت تلك العوامل مجتمعة على مساحة دلتا وادي الموجب.

ودرس (النواصرة، 2006) أثر انخفاض مستوى سطح البحر الميت على جيومورفولوجية الأحواض الدنيا لأودية الكرك، ابن حماد، الجرة، الشقيق، الموجب . وبينت هذه الدارسة أن البيئة الارسابية لهذه الأودية بيئة نهرية وبحرية ناتجة عن منطقة الإطلاق النشطة للرواسب والمتمثلة بالمرتفعات الشرقية ورواسب البحيرات القديمة . وأظهرت الدراسة أن هنالك علاقة إيجابية ما بين معدل تكور الرواسب ومسافة النقل، وأن وادي الموجب من أكثر أودية الدراسة تكوراً للرواسب بنسبة 89% وأقلها وادي الشقيق 30 %، فكلما زاد طول المجرى زادت نسبة تكور الرواسب.

ودرس (المطارنة، 2009) الإنتاج المائي السطحي في الأجزاء الجنوبية الغربية لحوض وادي الموجب وأثر النشاط البشري على نوعية المياه، وقد بينت الدراسة أثر استعمالات الأرض على الإنتاج المائي السطحي، فقد كان للرعي الجائر والتوسع في الزراعة أثر مدمر على الغطاء النباتي الذي أدت أزالته إلى سرعة حدوث الجريان السطحي، وخاصة مناطق التربة الصفراء التي ما لبثت أن تراجعت خصوبتها وتم تركها خالية بعد القضاء على الغطاء النباتي الطبيعي بها . كما ساهم التوسع العمراني في زيادة الإنتاج المائي السطحي لما أوجده من أسطح غير نفاذه حيث ازدادت المساحة العمرانية من 7.52 كم ^{2} عام 1994 إلى 11.6 كم ^{2} عام 2008.

ودرس (المحاميد، 2012) كمية الناتج الرسوبي في سد الموجب، وقد بينت الدراسة كمية المياه والطمي الداخلة للسد، وحددت المناطق ذات معدل حت وترسيب عالية،وذلك لادارة هذه المناطق،وتقليل معدل الترسيب الواصل لسد الموجب.

2.2.2 المستوى العالمي

لقد نال موضوع انجراف التربة اهتمام العديد من الدارسين لما له من أهمية مباشرة من الناحية التطبيقية، وقد تبلور هذا الاهتمام في العديد من الدراسات التي تناولت النشاط الإرسابي والحتي، وأكدت هذه الدراسات أهمية العوامل المؤثرة في عملية الترسيب وانجراف التربة، والتي تتمثل في المناخ والجيومورفولوجيا، وخصائص التربة والغطاء النباتي، والأنشطةالبشرية كما طورت هذه الدراسات طرق البحث في النشاط الترسيبي والحتي للأحواض المائية، على شكل نماذج ومعادلات فيزيائية، أو قياسات ميدانية لعملية الترسيب، ونسبة تركز الحمولة الرسوبية،وفيما يلي سرد موجز لبعض هذه الدراسات:

قارن ولمان(Wolman,1967) بين معدلات الرواسب وحالة المجرى خلال فترات متتالية من النشاط البشري في ولاية ميريلاند الأمريكية بدءاً من مرحلة ما قبل الزراعة وانتهاءً بمرحلة اكتمال العمران . وقد أظهرت الدراسة اختلافات واضحة في

كمية الرواسب واستجابة المجرى . ففي الفترة التي تكون فيها الأرض مغطاة بالغابات تقل رواسب الأنهار إلى مستويات دنيا،ويتميز المجرى النهري بالتباين والاستقرار، وعندما بدأت مرحلة الزراعة فإن رواسب الأنهار زادت بمعدلات واضحة ووصلت إلى 230 طن\ كم2، ونتيجة للزيادة في الرواسب حدث ترسيب واضح في بعض أجزاء المجرى نتيجة للجوء النهر لترسيب جزء من حمولته أثناء جريانه.

وقدر تمبسون (Thompson) في دراسته عن دور الإنسان في الناتج الرسوبي، أن 2.1% من مساحة المنطقة الحضرية لديترويت الأمريكية والتي كانت تحت الإنشاء العمراني قد ساهمت بكميات من الرواسب تفوق النسبة 97,7% الباقية من مساحة منطقة ديترويت الحضرية.

ودرس دون (Dunne & Hempton, 1984) الدلتا الارسابية في بحيرة هازر في جنوب شرق تركيا، وقد أوضحت هذه الدراسة الخصائص البيئية والحوضية للدلتا، ودور عمليات الترسيب في تشكيلها، كما أوضحت الخصائص الرسوبية للدلتا.

ودرس جورج و آخرون (George et al,1986) دور عملية الترسيب في تكوين المروح الفيضية لنهر ويتانجتوينا في شمال غرب نيوزلندا، وقد بينت هذه الدراسة تأثير الظروف المناخية في عملية الترسيب ،وبخاصة كمية الإ مطار الساقطة، كما أوضحت هذه الدراسة إن النشاط الحتي لجوانب القناة وسريرها ، بالإضافة إلى الانهيارات الأرضية، وتساقط الصخور هي المصادر الأساسية للرواسب في منطقة الدراسة،خاصة وقت حدوث الفيضان كما تناولت الدراسة عملية نقل وترسيب الرواسب الفيضية في مروحة نهر ويتانجتوينا وارتباط عملية الترسيب في النهر بتدني الكفاءة والسعه النهرية للجريان المائي.

قام كينغتون (Kingthton,1988) بدراسة عملية الترسيب و التغيرات التي تطرأ على حجم وشكل الرواسب السريرية، على طول مجرى نهر نوي في شمال مقاطعة ديبرشاير البريطانية.

دراسة (Yair & Lavee,1990) و درسا فيها أثر جفاف التربة على الجريان السطحي في الأراضي الجافة وشبة الجافة بموقع للتجارب في صحراء النقب، وقاموا بالمقارنة بين سفحين أحدهما منحدر باتجاه الجنوب والآخر باتجاه الشمال ومدى تطور التربة على كلا المنحدرين، كما قارنا سرعة حدوث الفيضان على منحدرين إحداهما متشقق والصخر متكشف والثاني مغطى بتربة طينية . وبينت الدراسة تطور التربة على السفح الشمالي المواجه للأمطار أكثر من السفح الجنوبي غير المواجه للأمطار، كما بينت الدراسة أن حدوث الفيضان أسرع على المنحدر ذو الصخر المتكشف.

كما أظهرت نتائج الدراسة التي أجراها وبي (Woube,1999) عن الفيضانات النهرية في حوض نهر بارو أكوبو في جنوب إثيوبيا، أن غياب التخطيط المناسب لاستخدامات الأراضي والاستغلال الجائر للتربة الخصبة ومصادر المياه من قبل المستوطنات البشرية، وتدهور المعطيات الطبيعية للحوض، تعمل على زيادة التدفق المائي للفيضانات النهرية من خلال تأثيرها في نظام التصريف المائي.

و ناقش (Ram,2002) أثر الغطاء النباتي على الجريان السطحي و قد أجريت دراسته في حوض Kailana في الهند، وتوصل إلى أن المناطق الفقيرة بالغطاء النباتي هي أعلى المناطق في الإنتاج الرسوبي.

ودرس (Gordan, Huxman, 2007) الموارد البيئية و التغير المناخي،و وقد ناقش في جزء منها كيفية السيطرة على الجريان السطحي، وأثره على بيئة الحوض النهري،وأثر التغير المناخي على البيئة والجريان السطحي.

الفصل الثالث

الخصائص الفيزيوغرافية للحوص وأثر العوامل البيئية على الناتج الرسوبي في وادي البالوع

أثر العوامل البيئة على الناتج الرسوبي في حوض وادي البالوع

تعتبر الخصائص البيئة للأحواض المائية من أهم العوامل التي تقوم بدور واضح في التأثير على الناتج الرسوبي لهذه الأحواض وتشمل:

1. البناء الجيولوجي Geological
2. التضاريس Topography
3. التربة Soil
4. الغطاء النباتي Vegetation
5. استخدام الأرض Land use

1.3 البناء الجيولوجي Geological

تغطي منطقة الدراسة وحدات صخرية مختلفة في مكوناتها والفترات الزمنية التي تشكلت بها خريطة رقم (6) فمنها ما يعود إلى الحقبات القديمة وبعضها إلى الحقب الوسطى وأخرى إلى الحقب الحديثة ويوضح الجدول رقم (1) الطبقات الصخرية.

1.1.3 الحقبة القديمة Paleozoic

وتتكون من الصخور الكامبري التي يقدر عمرها من 570_500 مليون سنة (عابد، 1985) والتي تتركز على صخور ما قبل الكامبري، ويظهر في هذه الحقبة.

تكوين عشرين (Ishrin formation) الذي يعادل وحده الحجر الرملي الكتلي البني حسب تقسيم البعثة الجيولوجية الألمانية (Bender, 1974) ويتراوح سمك هذا التكوين بين 310-340 م وينقسم إلى ثلاث طبقات , ففي المئه المتر السفلية يتكون من

صخر رملي كوارتزي وفلسبار , وفي وسط التكوين يتكون من صخر رملي ناعم إلى متوسط الحبيبات مع وجود طبقات من الطين , وفي الجزء العلوي يتكون من حصى متكتل ويعلو هذه الطبقة تكوين الديسه (عابد، 1982).

2.1.3 الحقبة الوسطى Mesozoic

وتتكون من صخور عصر الكرتياسي الأسفلLower Cretaceous، وقد أستعمل تعبير صخور رمل الكرنب من قبل Quennell (1951) في حين أستعمل (Bender, 1974) تعبير صخور رمل الكريتاسي الأسفل (عابد، 1982).

تتكون صخور رمل الكرنب من وحدة الحجر الرملي الأبيض الكتلي White Massive Sandstone وهي صخور رملية متفتتة وتبلغ سماكتها حوالي 300م، ويعلو هذه الطبقة تكوين شعيب Shueib formation الذي يتكون من طبقات الحجر الجيري الرملي ويتخلله طبقات سمكية من المارل والغضار الأسود وتبلغ سماكه هذا التكوين في منطقة حوض الموجب 127م، ويعلو هذه الطبقة تكوين وادي السير وتعادل وحدة الحجر الجيري الكتلي وتتألف من طبقات متتالية من الحجر الجيري الكتلي يتخللها طبقات من الصوان في جزئها السفلي والحجر الطباشري الأبيض في جزئها العلوي ، ويبلغ سماكه هذا التكوين في منطقة الموجب 128م، ويعد هذا التكوين من المستويات الهامة الحاملة للمياه. (عابد، 1982).

ويتكشف أيضاً تكوين عمان في أجزاء متعددة من منطقة الدراسة حيث يـ تشكل من وحدتين هما:

1.الوحدة الجيرية السيليسيه : وتعلو تكوين وادي السير ويغلب عليها طبقات من الصوان يصل سمكها إلى 5م في منطقة البالوعوتسير بشكل متموج ، وتعلو هذه الطبقة صخور الحجر الجيري الكتلي ، حيث يسود أحياناً طبقات من الصوان وأحياناً من الحجر الجيري ، بينما في منطقة الكرك والموجب تبلغ 100م. (عابد،1982).

2.وحدة الفسفورايت وتعلو هذه الوحدة وحدة الجير السيليسيه ، وتحتوي على الصخور الفوسفاتية التي تظهر على حساب الطبقات الصوانية ويصل سمك هذه الطبقة إلى 90م ويظهر في الأعلى طبقات طريه من المارل المصفر الرمادي فاتح اللون.

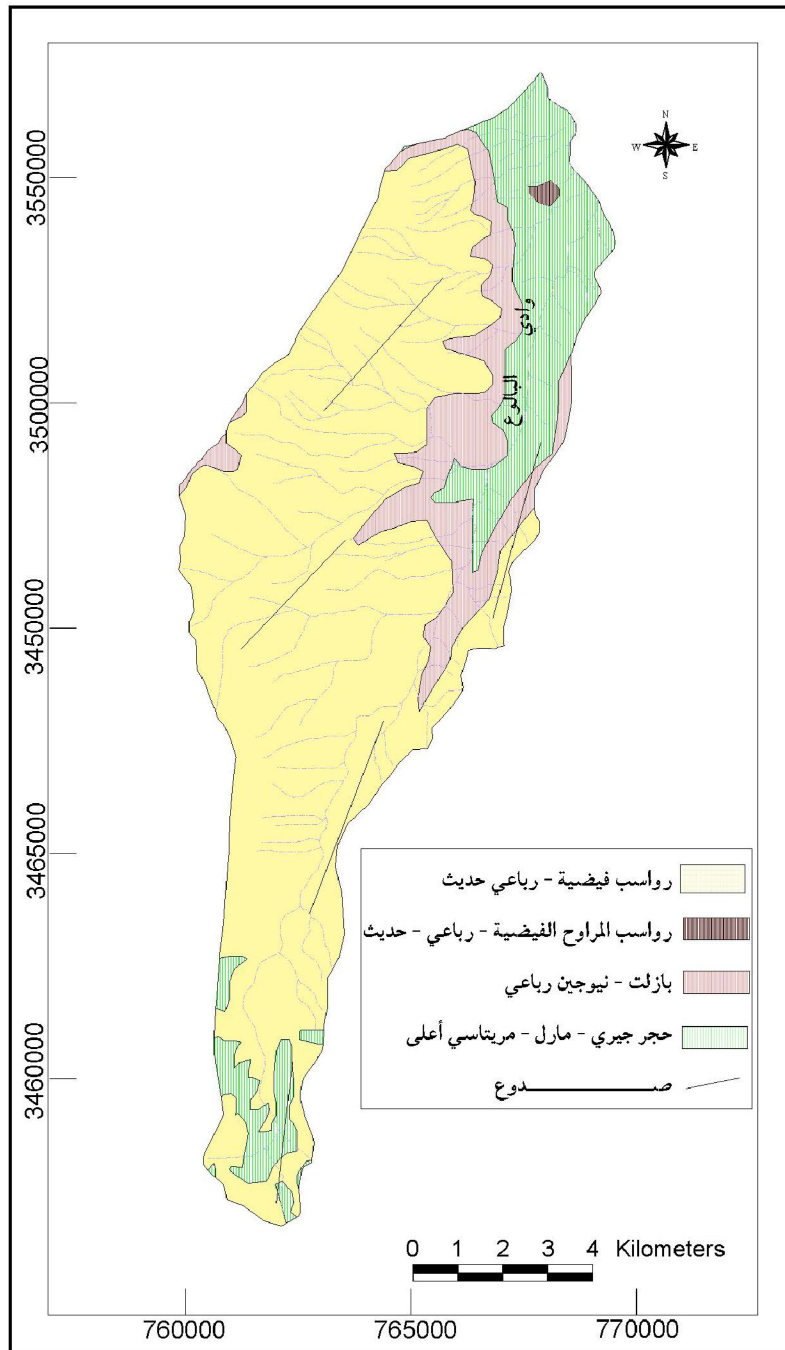
3.1.3 الحقبة الحديثة Cenozoic

وتعود جميع وحداته في منطقة الدراسة إلى فترة العصر الرباعي Quaternary، حيث تظهر الصخور البازلتية بالبالوع وتبلغ سماكتها 25م، وتغطيها التربة الحمراء التي مصدرها جبل شيحان جنوب وادي الموجب ، كذلك تغطي منطقة الدراسة بعض أنواع الرسوبيات الحديثة ، مثل الرسوبيات الصوانية في المناطق الصحراوية أو الرواسب الفيضية عند مصبات الأودية ، وهي رسوبيات جيرية تظهر على سفوح والرسوبيات الكاليشيه Calcrete الجبال و المناطق المنخفضة (عابد، 1982).

جدول رقم (1)

الوحدات الصخرية في منطقة الدراسة

الحقبة	العصر	الصخور	الطبقات
الحقبة الحديثة	العصر الرباعي	الرواسب الكالليشية	
		الرواسب الفيضية	
		الرسوبيات الصوانية	
		الصخور البازلتية	
الحقبة الوسطى	الكريتاسي الأعلى	المارل الطباشيري	
		الفوسفات	
		الجير السيليسية	
		تكوين عمان	
		تكوين وادي السير	
	الكريتاسي السفلي	تكوين شعيب	
		الحجر الرملي الأبيض الكتلي	
		تكوين أم عشرين	
الحقبة القديمة	الكامبري	صخور ما قبل الكامبري	



شكل (6)

الخارطة الجيولوجية لمنطقة الدراسة

المصدر: (المركز الجغرافي الملكي الأردني، 2002)

2.3 التضاريس Topography:

تعد تضاريس سطح الأرض أحد العوامل الطبيعية التي تؤثر بشكل مباشر في عملية الجريان السطحي لمياه الأمطار ، من حيث سرعة الوصول إلى ذروة الفيضان ، وسرعة التسرب والتبخر (جبوري، 1988؛ الصحاف، 1970).

فالأراضي المنحدرة والشديدة الانحدار تكون سرعة الجريان فيها عالية ، مما تعمل على الوصول إلى قمة الفيضان في فترة قصيرة بعد سقوط الأمطار ، وكذلك تقل سرعة التسرب الذي ينعدم نهائياً إذا كان الانحدار شديداً والسطح عاري من التربة ، أما إذا كان هناك شقوق صخرية أو غطاء من التربة فيكون التسرب أكثر من الحالة الأولى، أي انه كلما قل الانحدار وازداد غطاء التربة وكثرت الشقوق تزداد سرعة التسرب، وذلك يظهر جلياً في الأراضي السهلية المنبسطة التي يكون سرعة الجريان فيها بطيء، مما يؤدي إلى أن تكون احتمالات التبخر والتسرب عالية (Bowen, 1982).

وقد أجرى (yair & Lavee, 1990)، تجربة لقياس نسبة التسرب على منطقتين الأولى منحدر جاف وصخر أساس عاري ومتشقق ، والثانية تتكون من تربة Colluvial فكان التسرب أعلى في التربة مع نفس كمية الأمطار الساقطة . ومن هنا يظهر دور التضاريس في عملية الجريان السطحي.

ويظهر في منطقة الدراسة ثلاثة أشكال تضاريسية، وهي منطقة الجبال المرتفعة في أقصى الجنوب الغربي من منطقة الدراسة بمناسيب 1000-1050م فوق سطح البحر، تبدأ بالإنحدار باتجاه الشرق والشمال الشرقي حتى تصل خط كنتور 1000 م، وتعد هذه المنطقة أشد مناطق الدراسة انحداراً مقارنة مع الأجزاء الأخرى من منطقة الدراسة.

أما الشكل التضاريسي الثاني فهو المنطقة الهضبية وتمتد بين خطي كنتور 800م-1000م فوق مستوى سطح البحر وتشكل معظم أجزاء منطقة الدراسة ، وتتصف

بانحدارها البسيط اتجاه الشرق ، ويتخللها بعض القمم المرتفعة وتشكل شيحان 1054 م أعلى قمة في هذا الجزء.

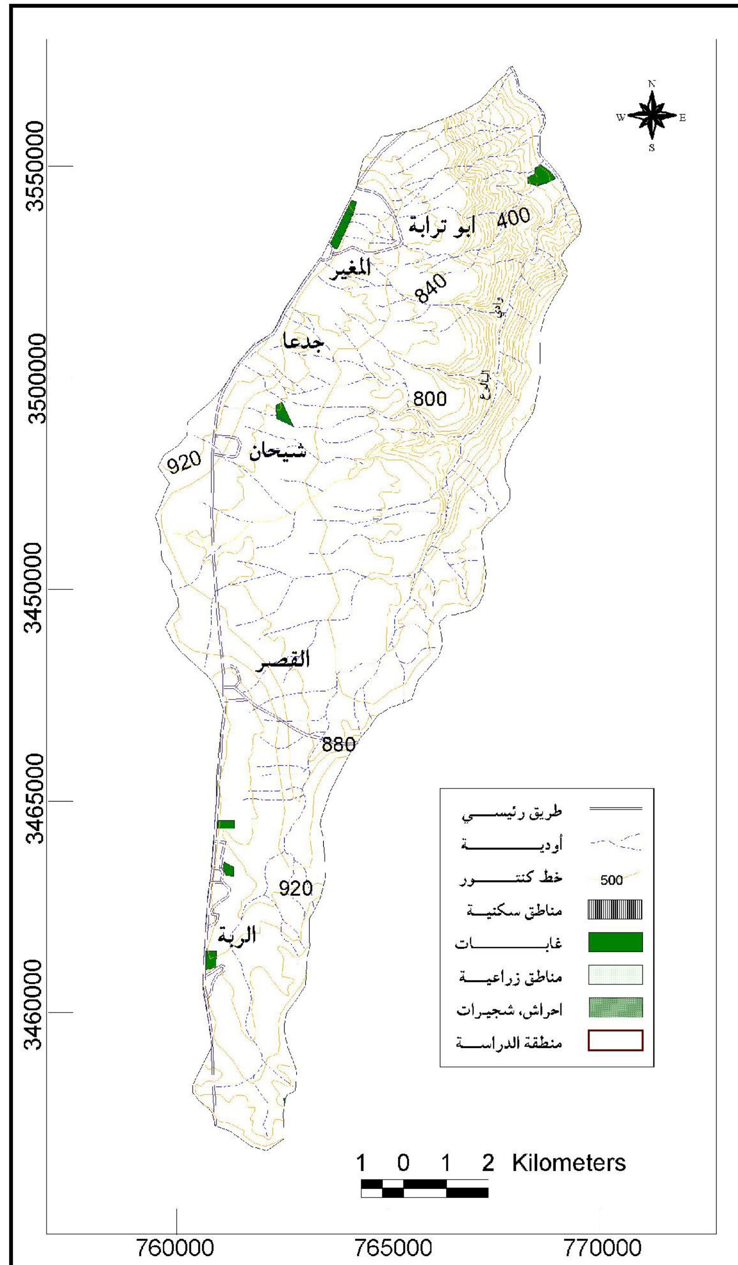
وتتصف منطقة الدراسة بأنها أكثر مناطق حوض البالوع غزارة بالأمطار ، حيث يلاحظ ذلك من خلال الأودية التي عمق مجراها بفعل الأمطار الغزيرة التي تصيب هذه المنطقة.

ويظهر خانق وادي الموجب (التقاء حوض البالوع مع حوض الموجب ") كشكل تضاريسي ثالث في منطقة الدراسة ، ويبدأ بوضوح من خط كنتور 800م فوق مستوى سطح البحر الذي يمثل الجانب الجنوبي لمجرى وادي الموجب ، ويتصف بانحداره وعمق مجاريه ويظهر ذلك من خلال تلاصق خطوط الكنتور ، حيث يبدأ من إرتفاع 800م وينتهي في مجرى وادي الموجب على خط كنتور 200م في مسافة لا تتجاوز بضعة كيلومترات.

من خلال ما سبق تظهر تأثيرات تضاريس سطح الأرض في منطقة الدراسة ، والمتمثل في سرعة جريان الأودية على الجزء الجنوبي الغربي لإنحدارها الشديد وفارق المنسوب بينها وبين مصب وادي الموجب ، الذي يزيد من سرعة وصول موجات التصريف ويقلل كمية التسرب الضائع بالتبخر ، ويلاحظ ذلك من خلال عمق مجاري الأودية وإتساعها في هذه المنطقة.

أما المنطقة الشمالية الغربية (الهضبة الغربية) التي تنحدر باتجاه الشرق انحداراً خفيفاً مع وجود التلال في بعض أجزائها وتموجها ، فقد ساهم في تطور بعض المجاري المائية خاصة في منطقة الربة حيث يتكشف الصخر في معظم التلال في هذه المناطق مما يساهم في زيادة الجريان وموجات التصريف التي تعمل على تطور المجاري المائية كذلك نلاحظ عمق الأودية في مناطق شرق وادي البالوع وقد ساهم في تطوير عمق المجاري المائية في هذه المنطقة الانحدار الشديد باتجاه مصب وادي الموجب ويظهر تطور المجاري المائية بوضوح في منطقة شرق الجدعا والمتمثلة

بوادي البالوع الذي يشق مجراه بين سهلين وبمسافة تتجاوز 4كم، ويعزى ذلك التطور لغزارة الأمطار وشكل حوض الوادي والانحدار الشديد باتجاه مصب الموجب.



شكل (7)

الخارطة الطبوغرافية لمنطقة الدراسة

المصدر: (المركز الجغرافي الملكي الأردني، 2002)

3.3 التربة Soil

تتأثر عملية الترسيب النهري لمنطقة وادي ا لبالوع بالخصائص الطبيعية للتربة ، والمتمثلة بقوامها وبنائها ونفاذيتها ومساميتها ، بالإضافة إلى كمية الرطوبة والمواد العضوية الموجودة في التربةحيث تعمل هذه الخصائص على تحديد مدى قابلية التربة للانجراف والنقل بفعل الجريان المائي (Atkinson, 1967). وتتضافر الخصائص الطبيعية، لترب وادي البالوع في التأثير على النشاط الإرسابي متخذة كل منها طريقاً لزيادة تفكك التربة وسهولة نقلها وزيادة كمية الحمولة الرسوبية . فتدني نفاذية بعض أنواع الترب لو ادي البالوعيقلل من كمية المياه المتسربة إلى باطن الأرض ، مما يزيد من معدلات الجريان السطحي ، وقدرة الواديعلى الحت والنقل والترسيب . كما أن تفاوت كمية الرطوبة والمواد العضوية في ترب وادي البالوع يؤدي إلى اختلاف قدرتها على مقاومة عمليات الحت والانجراف، فالتربة اللزجة التي تحتوي على نسبة عالية من المواد العضوية تكون حبيباتها متماسكة ، على العكس من ذلك الترب الهشة قليلة الرطوبة والمواد العضوية، حيث يسهل انجرافها ونقلها (Anderson, 1978). علاوة على ذلك فإن حجم الحبيبات وتركيبها لها دور في عملية الانجراف . فالحبيبات الكبيرة ترتبط بمعدلات عالية من التعرية بينما الترب ذات الحبيبات الصغيرة تكون أسهل في نقلها وجرفها لأ ن كلا الحجمين يعتمد في مقاومته لعوامل التعرية على مقدار تماسك الحبيبات مع بعضها البعض.

وقد أسهم الاختلاف في الظروف المناخية والجيولوجية والغطاء النباتي ، واختلاف طول الفترات الزمنية التي تكونت من خلالها التربة في وادي البالوع في تنوع التربة، حيث تعتبر التربة محصلة نهائية لتفاعل تلك العوامل السابقة. واعتماداً على تصنيف الشركة اليابانية (JIC,1987)، و(وزارة الزراعة، 1993)، ومن خلال خرائط التربة وأنواعها المتعلقة بمنطقة الدراسة تم تصنيف أنواع التربة:

التصنيف حسب مراحل التطور:

التربة الكلسية الجافة Typic calciorthids

وهي تربة ذات قوام غريني ممزوجة بالحجارة الجيرية والصوانية وتبلغ نسبة الحجارة 80% تتصف هذه التربة بقلة المادة العضوية لانخفاض الغطاء النباتي ، وتتعرض للتعرية المائية والهوائية ، وتنتشر هذه التربة في شريط ضيق في الجزء الشمالي الشرقي من منطقة الدراسة ويتسع بالاتجاه جنوباً.

وقد أظهرت العينات الميدانية تواجد هذه التربة في شرق السماكية وهي تربة بيضاء اللون ومختلطة بالحجارة الرملية تتصف هذه التربة بال نفاذية العالية لأن الحصى والرمل يشكل جزءاً كبيراً من تكوينها ، لذلك فإن كمية المياه المتسربة إلى الطبقات الحاوية للمياه كبيرة . بالإضافة إلى سهولة انجراف المواد الطينينية من هذه التربة.

التربة الصحراوية الحديثة Tpyic torriothents

وهي تربة حديثة التكوين وتتواجد على سفوح المنحدرات المتوسطة والشديدة وبطون الأودية وحوافها ولا يوجد لها آفاق تحت السطح ،ومعرضة للتعرية المائية ، وتنتشر في مساحات محدودة جداً على حواف وسفوح وادي البالوع.

تربة البحر المتوسط (البنية الحمراء)Xerochrepts – calcixerollic

وهي التربة السائدة في معظم – أجزاء منطقة الدراسة، وتتشكل من الرمل والطين ويشكل الطين نسبة عالية من تكوينها مع وجود آفاق كلسية ، بسبب وجود كربونات الكالسيوم (العنانزة، 1999)

وتعد هذه التربة مبتدئة التطور وحديثة العمر ، ولا تزال تحتوي على جزء كبير من فتات الصخر الأم وآفاق كلسية ، وتمتد هذه التربة في منطقة الدراسة من جنوب وادي الموجب وعلى ارتفاع 800م وتمتد على طول خط المطر 200ملم (المنطقة الانتقالية)، ويظهر في منطقة الدراسة أربعة أنواع من تربة البحر المتوسط.

1. تربة البحر المتوسط الكلسية – الإنتقالية Calcixerollic xerochrepls

وتسود هذه التربة في معظم قطاعات تربة البحر المتوسط في منطقة الدراسة،

ويوجد الأفق الكلسي على عمق 50 – 80سم داخل قطاع ا لتربة، وتصل نــسبة الكالسيوم 22% (العقرباوي، 2007) وتشاهد فــي منطقــة الدراســة بــاللونين الأصفر والبرتقالي، وتنتشر باللون الأصفر إلى الجنــوب الــشرقي مــن حمــود والسماكية ويظهر إلى الجنوب منها اللون البرتقالي على التلال وأسفل الــتلال . شكل (8)



شكل رقم (8)

التربة البرتقالية الانتقالية في منطقة الدراسة

2. تربة البحر المتوسط العميقة Tpyic xerochrepts وتسود في الأجزاء الغربية الشمالية ونسبة انتشارها في منطقة الد راسة محدودة، حيث تنحصر في المنطقة المحصورة بين الحدود الغربية لمنطقة الدراسة وحافة وادي الموجب شــمالاً وغرب حمود والسماكية شرقاً وشمال الربة جنوباً . شكل (9) التربة الحمــراء العميقة في منطقة الدراسة.

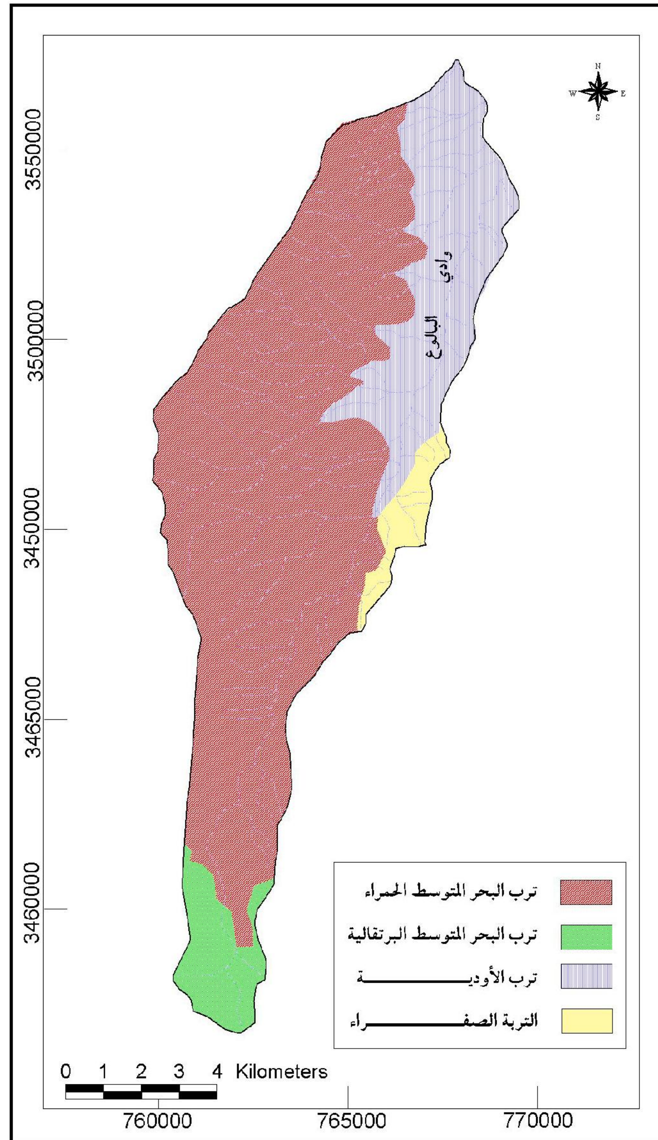


شكل (9)

التربة الحمراء العميقة في منطقة الدراسة

3. تربة البحر المتوسط قليلة العمق Lithic xerochrepts وتتواجد التربة من هذا النوع على قمم التلال والسفوح الجانبية ، وتغطى مساحة تمتد من منطقة الربة وأدر والمنشية حتى الحدود الجنوبية لمنطقة الدراسة ، وتسير موازية للتربة البرتقالية التي تتداخل مع بعضها كجيوب في عدة مناطق.

4. تربة البحر المتوسط المتشققة Xerochreps vertic وتتداخل هذه التربة مع الأنواع الأخرى في منطقة الدراسة على شكل بؤر ، حيث تكون هذه البؤر غنية بالطين وتصل نسبة الطين 40% (العقرباوي، 2007) وتظهر الشقوق في التربة في فصل الجفاف وفي المناطق المستوية السطح وذات الانحدار المعتدل.



شكل (10)

قطاعات التربة في منطقة الدراسة

المصدر: (وزارة الزراعة. 1990)

تصنيف التربة حسب نظام الرطوبة

وحسب المعايير المتبعة في تصنيف التربة في الأردن فإنه يظهر نظامين للرطوبة في منطقة الدراسة.

1. **النظام شبه الرطب** Xeric moisture regime يكون قطاع التربـــة شـــبه رطب إذا كانت التربة رطبه لمدة 90 يوماً \ سنة في فترة ســـنة مـــن عـــشر

سنوات متتالية، ودرجة الحرارة التربة أكثر من 8 درجة مئوية أما إذا كانت درجة حرارة قطاع التربة أقل من 5 درجة مئوية فتتبع النظام الرطب، وينتشر النظام شبه الرطب في أكثر من 90 % من منطقة الدراسة.

2. **النظام الانتقالي** Xeric – aridic moisture regime وهو النظام الذي يفصل النظام شبه الرطب عن النظام الجاف ، ويتميز بأن معدل درجة حرارة التربة السنوي تكون أقل من 22 درجة مئوية، ويتبع النظام الإنتقالي في منطقة الدراسة خط المطر المتساوي 200 ملم تقريباً، وينتشر في المناطق الشرقية من منطقة الدراسة.

تصنيف التربة حسب العمق

1. **التربة ذات الـ عمق أكبر من 3م:** وتنتشر هذه التربة في منطقة الدراسة في الأجزاء الشمالية الغربية، وهي تلازم تربة البحر المتوسط العميقة الحمراء اللون، وتنتشر كذلك في أقصى الجنوب الغربي باللون البرتقالي.
2. **التربة ذات العمق من 3م – 1م:** تتواجد هذه التربة بشكل رئيسي موازي للتربة العميقة من الجنوب والشرق ، في مناطق التربة الصفراء إلى الشرق من حمود، ومن الجنوب تشكل عدسة حول شرق الربة وأدر والمنشية، ويظهر هذا العمق للتربة في مساحات متقطعة من مناطق الدراسة وخاصة بالقرب من حواف وادي البالوع والحدود الشمالية الغربية ويعود الإنخفاض بعمق التربة في هذه المناطق لعوامل التعرية.



شكل (11)

مقطع للتربة البرتقالية عمقه 100 سم في منطقة الدراسة

3. التربة ذات العمق من 1م – 0.5م: تسود هذه الطبقة من التربة في مناطق متعددة من منطقة الدراسة ، وتنتشر بشكل محدود في الجزء الشمالي الغربي الأوسط إلى الشرق من الربة وجنوبها ومنطقة المنشية ، حيث تتواجد العديد من التلال في منطقة الربة ويتكشف الصخر في بعضها ويبلغ متوسط عمقها في أسفل التلال 80 سمبسبب التعرية المائية والجاذبية الأرضية ، وتسود هذه الطبقة بشكل واسع في معظم المناطق الجنوبية الشرقية و الجنوبية الوسطى ، وفي هذه المناطق تبلغ طبقة التربة في أسفل التلال بمتوسط 60 سم، أما أسفل التلال في أقصى الشرق الشمالي والأوسط وفي التربة الصحراوية يبلغ متوسط طبقة التربة 80سم في مناطق المراوح الفيضية للأودية.مقطع تربة عمقه 95سم



شكل (12)

مقطع تربة عمقة 80 سم في منطقة الدراسة

4. **التربة ذات العمق من 0.5 م- 0.4 م** : وتسود هذه الطبقة معظـم سـفوح التلال للمناطق السابقة بالإضافة إلى أسفل التلال الجنوبية الشرقية.



شكل (13)

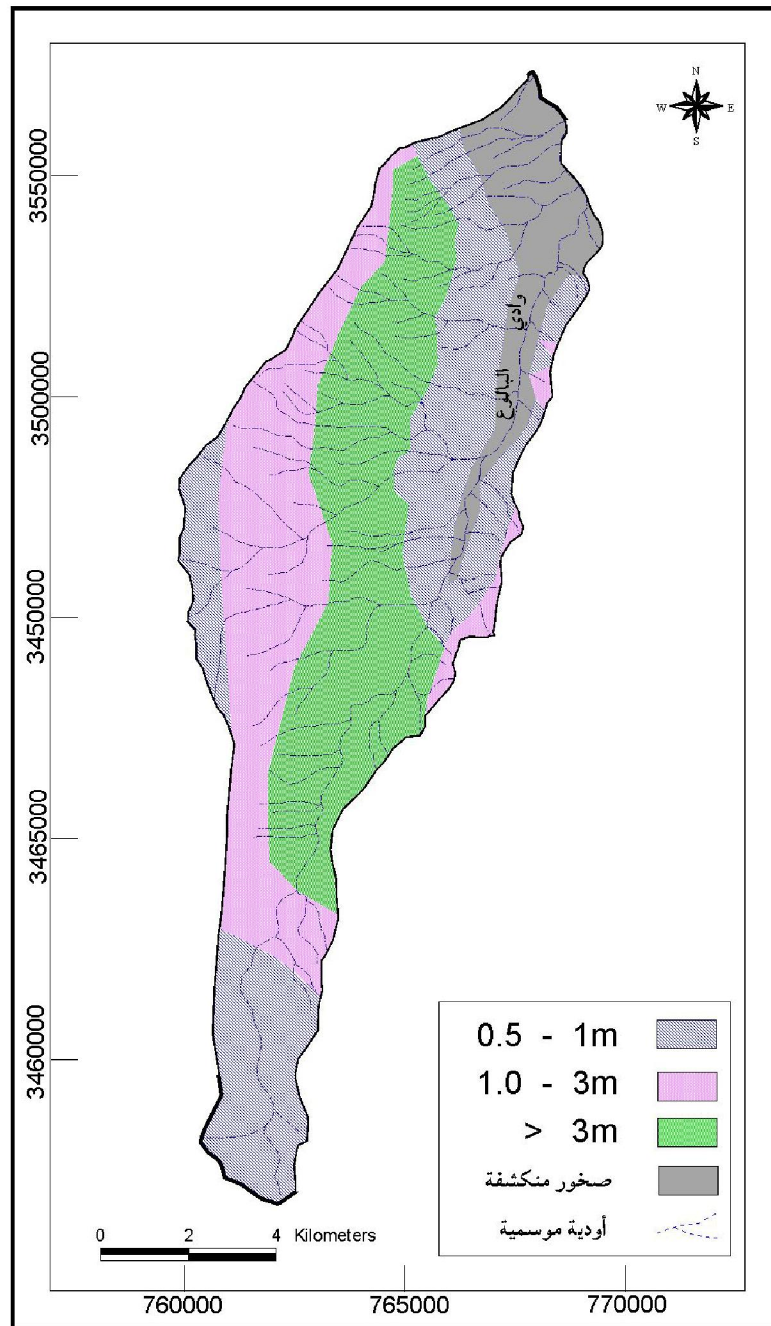
مقطع تربة عمقة 30 سم

5للتربة ذات الـ عمق أقل من 0.4م: وتظهر هذه الطبقة في مساحة واســعة فــي الجنوب الشرقي وتمتد على الحدود الشرقية باتجاه الشمال، ويبلغ متوسطها في الجنوب الشرقي 27سم، في المناطق المستوية، بالاتجاه شمالاً توجد هذه الطبقة علىقمم التلال والسفوح العليا ويتكشف الصخر في الكثير من قمم التلال ففي التلال شرق الربة يبلغ متوسط سمك التربة 10سم ويعزى الــسبب للتعريــ ة الناتجة عن شدة الانحدار.



شكل (14)

مقطع تربة أعالي التلال عمقها اقل من 40 سم



شكل(15)

خارطة أعماق التربة في منطقة الدراسة

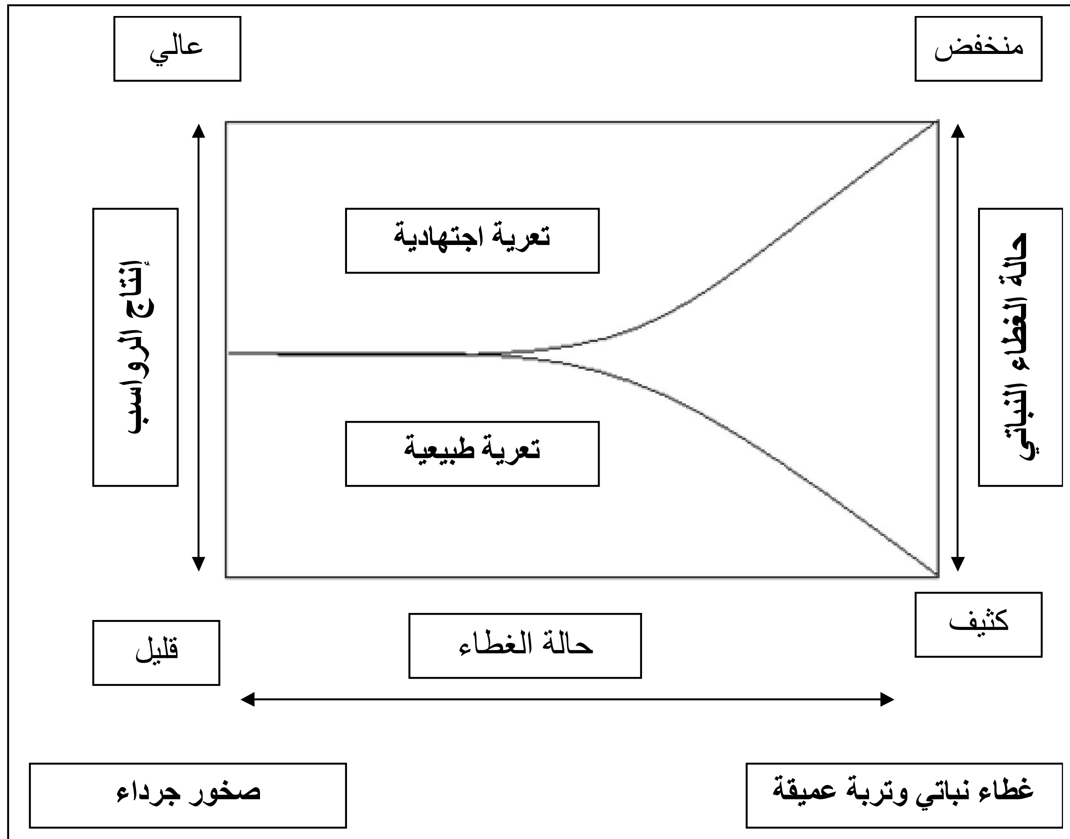
المصدر: (وزارة الزراعة. قسم التربة، 2001)

4.3 استعمالات الأراضي Land use

ليس من ثمة شك أن الإنسان من خلال استخداماته المتعددة لأراضي حوض وادي الباقع أصبح عاملاً مؤثراً ومهماً في العمليات الجيومورفولوجية النهرية السائدة في الحوض ، وبخاصة فيما يتعلق بعملية الترسيب. ويمكن ملاحظة هذا الأثر عند المقارنة بين معدل رواسب النهر الطبيعية Normal sediments والتي تمثل الرواسب الناتجة عن نحت سطح الأرض تحت ظروف بيئية دون أن يكون للإنسان أثر في ذلك، ومعدل الرواسب المتزايدة في الحوض Accelerated sediments، والتي تمثل كمية الرواسب الناتجة عن نشاطات الإنسان المختلفة وتدخله المباشر وغير المباشر في الأحواض المائية (كليو، 1985)، وتظهر نشاطات الإنسان في منطقة الدراسة وأثره على الجريان السطحي من خلال الجوانب التالية:

1. **الاستغلال الزراعي**: تم القضاء على الغطاء النباتي الطبيعي الذي يلازم مناطق التربة العميقة وذات القدرة على خزن الرطوبة ، وتشكل هذه المنطقة معظم أجزاء منطقة الدراسة ، والتي حولت إلى مناطق زراعية بل امتدت الزراعة إلى مناطق التربة الصفراء والبرتقالية التي تعد أقل خصوبة من التربة الحمراء ، ومع طول استغلال وانخفاض معدلات الأمطار تركت دون استغلال بعد أن دمر الغطاء النباتي في هذه المنطقة الذي يصعب إعادته . وأصبحت هذه المناطق عرضه للتعرية المائية والهوائية ، وتضاف إلى المناطق الصحراوية الجرداء (التصحر)وقد أثر هذا الاستعمال للأراضي على الجريان السطحي ، حيث تعد التربة في معظم مناطق الدراسة ذات نفاديه قليله وخلوها من الغطاء النباتي الطبيعي ، وخاصة وقت ما بعد الحراثة وقبل نمو المزروعات التي يصادف في ذروة فترة الأمطار ، مما يساعد على سرعة حدوث الجريان السطحي ، ويدلنا على ذلك أمطار عام 2008 \ 2009 , حيث حدث الجريان السطحي تاريخ 24-2008/10/27 يقدر بحدود 3ملايين م ^{3} , (سلطة وادي الأردن، 2009) بعد سقوط أمطار 12ملم مع أن التربة جافة جداً بعد مرورها بفصل الجفاف . بعكس جبال عجلون التي سقط

عليها 70ملم ولم يحدثجريان في نفس الفترة لوجــود غطــاء نبــاتي كثيــف (الأرصاد الجوية 2009)أن تأثير الغطاء النبا تي على تطور التربـــة وعلاقتهـــا بالتعرية يوضحها الشكل رقم (16) الذي يظهر فعالية الغطاء النباتي في السيطرة على التعرية وإنتاج الرواسب.



شكل رقم (16)

العلاقة بين إنتاج الرواسب وحالة الغطاء النباتي والأراضي الصخرية الجرداء

المصدر: (الجبوري،1988)

وقد أظهرت دراسات عديدة بأن إزالة الغطاء النباتي يؤ دي إلى زيـــادة وســـرعة حدوث الفيضان. فقد درست (Marvin, w. d) التغيرات المحتملة لإنتاج الماء وفترات الذروة بعد إزالة أجزاء من غابات الصنوبر وتوصلت إلى أن الا جريان السطحي يزيـــد من صفر إلى 26ملم سنوياً، وقد أشار (Horn & Richards, 2007) فـــي دراســـتهم

التفاعل بين الغطاء النباتي والجريان وإعادة تنظيم بيئات الفيضان إلى أن كثافة النباتات الطبيعية تحد من سرعة الجريان وخاصة في المنحدرات الشديدة حسب نوع الغطاء النباتي ودرجة إعاقته للجريان ومن الأمثلة على وضوح أثر إزالة الغطاء النباتي على الجريان السطحي، ما حدث في نيبال حيث أدت إزالة الغابات من أجل زراعة الأرض إلى زيادة التعرية التي بلغت 20 مليون متر مكعب (م م 3) من الطمي silt في سهل (Ganetic plain) كل عام (Philip,2007).

2. **الرعي:** يعد الرعي الجائر أحد نشاطات الإنسان في منطقة الدراسة، حيث أدى التوسع في المساحات المستغلة بالزراعة إلى تقليص المراعي مع زيادة قطعان الأغنام، الأمر الذي أدى إلى القضاء على العديد من الأنواع النباتية، حيث ذكر (أبو سمور، 1985) أنواعاً نباتية في منطقة الدراسة لم يعد لها وجود الآن إلا في مناطق محدودة مثل الشيح والزعرور والحمض والقطف، وتوجد شجيرات الشيح في مناطق التلال المحاطة بالمزروعات البعلية، والتي تكمل فترة نموها قبل وصول قطعان الأغنام وكذلك توجد في المجاري المائية وسط حقول القمح، أما الزعرور والحمض والقطف فتوجد بشكل متناثر على جوانب وادي البالوع، وتختفي في الاتجاه جنوب وادي البالوع، مما يشير إلى أنه تم القضاء على هذه الأنواع في المنطقة نتيجة الرعي الجائر.

3. **الاستعمال السكني والتطور الاقتصادي:** تعد الوظيفة السكنية من أوائل إستعمالات الأرض، ويعد المسكن أحد دعائم الإستقرار، لذا فإن الاستعمال لسكني يتناسب طرديا تبعا لتزايد السكان وارتفاع المستوى الاقتصادي (الطعاني، 2008).

فقد أدى التزايد السكاني والتطور الاقتصادي إلى التوسع في استعمالات الأرض بكافة القطاعات السكنية والخدمية والتجارية والتعليمية والصناعية والزراعية وطرق المواصلات وبما أن ظهور الزراعة منذ الأزل ساهم في استقرار السكان، فقد ظهرت

التجمعات السكانية على مستوى العالم في المناطق الزراعية وطرق المواصلات (الروسان، 2003).

لقد أوجد التوسع العمراني وما رافقه من قطاعات أخرى وطرق المواصلات مساحات من الأسطح الغير نفاذة (الكتيمه)التي ساهمت في ز يادة الجريان السطحي وسرعة وصولها إلى المجاري المائية ، حيث أن هذه المساحات توجد في المناطق المرتفعة من منطقة الدراسة وذات أعلى معدلات أمطار في منطقة الدراسة.

ونلاحظ من خلال ما سبق بأن النشاط البشري في منطقة الدراسة ساهم بشكل كبير في زيادة الجريان السطحي من خلال القضاء على معظم الغطاء النباتي واستبداله بالزراعة أو الرعي الجائر أو من خلال زيادة الأسطح الغير نفاذه (الكتيمه) وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة الإنتاج المائي في منطقة الدراسة.

وقد أشارت دراسة (Ram.2002) بأن الجريان السطحي يزداد مع انخفاض الغطاء النباتي، حيث أجرى دراسته في الهند بمنطقة حوض Kailana وصنف الغطاء النباتي حسب استعمال الأرض بأن المناطق الفقيرة جداً بالأشجار والشجيرات very poor cover of trees and shrubs هي أعلى المناطق في إنتاج الماء السطحي High runoff generated، وكذلك أشار (Mather,1986) بأن استبدال الغطاء النباتي بالزراعة يؤدي إلى زيادة سرعة الجريان السطحي وإنتاج الرواسب ، حيث أجرى دراسة على إقليم وسط اتلانتك ، وأظهرت الدراسة بأن أقل نسبة جريان وإنتاج رواسب في مناطق الغابات وأكبر نسبة جريان وإنتاج للرواسب في مناطق المراعي والتحطيب،والمناطق الزراعيةحيث قارن بين الأنواع الزراعية في عدة أقاليم ، وأوضح بأن زراعة الذرة في مناطق انحدارها 3.68% في منطقة ميسوري أنتجت 49.5 طن من الرواسب / هكتار، بينما في مناطق الغابات وعلى درجة إنحدار 20% كان إنتاج الرواسب 3 طن / هكتار.

5.3 الخصائص المورفومترية والجريان المائي وأثرها على الناتج الرسوبي

تلقي دراسة الخصائص المورفومترية الضوء على هايدرولوجية المجاري المائية،وناتجها الرسوبي ودورها في تطوير أشكال الأرض الحتية والإرسابية . وهي ضرورية في المصادر المائية والتربة.

لكن العوامل الطبيعية السائدة في بيئة الحوض المائي تحدد خصاصه الحوضية والهايدرولوجية، وتتفاعل معاً لتساهم في النهاية في تطوير السمات الجيومورفولوجية للحوض المائي. وأن أية تغييرات تطرأ على هذه العوامل لابد وأن تنعكس في الخصائص الحوضية والمائية والناتج الرسوبي للأحواض المائية المختلفة (العنانزة، 1986).

1.5.3 الخصائص المساحية والشكلية:

لشكل الحوض تأثيرا كبيرا على كمية جريان مياه السيول التي تصل الى المجرى الرئيسي بعد فترة زمنية معينة من هطول الأمطار ، وترتبط الخصائص الشكلية للأحواض المائية باستجابتها للعوامل البنائية الجيولوجية التي أثرت بها في العصور الماضيةمن إلتواءات وجبال ومنخفضات ،بالإضافة إلى عوامل التعرية التي تركت فيها أثار واضحة على مر العصور (الرفاعي, 1989).

واهم هذه الخصائص:

المساحة الحوضية: تعتبر مساحة حوض وادي البالوع صغيرة نسبياً حيث تقدر بحوالي 121 كم2 مما يعطي موشراً على مدى نشاط العمليات الجيومورفولوجية النهرية السائدة في منطقة الدراسة وبخاصة عملية الحت والترسيب.

وترتبط المساحة الحوضية بعلاقة طردية مع الناتج الرسوبي للأحواض المائية وبأخرى عكسية مع التركز الرسوبي ،ويعود ذلك إلى زيادة فعالية الأمطار مع تناقص المساحة الحوضية بسبب التناقص المتوقع في كل من التبخر والتسرب وقلة التباين في التوزيع المكاني للأمطار وكذلك تزايد انحدار السطح الذي يرتبط عادة بصغر المساحة

الحوضية، (العنانزة، 1986)، من ناحية أخرى يساعد صغر المساحة الحوضية للوادي على تغطيتها بالعواصف المطرية مما يسهم في تكوين جريانات مائية ذات قدرة على ممارسة النشاط الإرسابي والحتي ، وقد أدت عمليات الرفع والهبوط التكتوني التي أصابت الحوض على زيادة نشاط العملية الحتية الرأسية والجانبية، والتي أدت بدورها إلى اتساع منطقة الحوض والوادي ، وتكوين مظاهر إرسابية وحتية تعود إلى تلك الفترات التي حدثت فيها الحركات التكتونية.

شكل الحوض: تم تحديد شكل الحوض بعد أن تم حساب كل من نسبة الاستطالة Elongation Ratio ونسبة الاستدارية Circularity. ومعامل شكل الحوض، وبناء على هذه النسب أمكن تحديد شكل الحوض ، وأثره في عملية الترسيب على النحو التالي:

أظهرت النتائج أن معامل شكل حوض وادي البالوع (21.0) فهو أقرب إلى شكل المثلث، لذا فإن التصريف المائي يبلغ الذروة بعد فترة قصيرة من سقوط الأمطار في حوض وادي البالوع، ويلاحظ أثر قوة التصريف من خلال عمق المجاري الرئيسية وكثافة الجلاميد الصخرية على مخرج الوادي عند التقاءه مع المجرى الرئيسي.

نسبة الاستطالة Elongation Ratio

وتصف نسبة الإستطالة امتداد مساحة الحوض النهري بمقارنتها بالشكل المستطيل وتحسب من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة الإستطالة} = 1.128 \times \frac{\sqrt{\text{مساحة الحوض}}}{\text{طول الحوض}}$$

تتراوح قيمتها ما بين صفر إلى 1، فكلما ارتفعت نسبة الإستطالة يقترب شكل الحوض من الشكل المستطيل ، وكلما انخفضت قيمة هذه النسبة ابتعد شكل الحوض عن الشكل المستطيل.

وتبلغ نسبة الإستطالة في حوض وادي البالوع 0.51 وتشير هذه النسبة إلى أن الحوض ما زال ينتظره شوط طويل في عمليات الحت المائي ، ونقل كميات كبيرة من

الحمولة الرسوبية خاصة إذا تعرض لظروف مناخية أكثر رطوبة ، كما يعني ذلك زيادة عدد الرتب الدنيا وأطوالها الإجمالية ، مما يؤدي إلى زيادة الحت في منطقة المنبع.

نسبة الإستداره Circularity Ratio

وتشير نسبة الإستدارة إلى اقتراب خطوط تقسيم المياه التي تمثل محيط الحوض من الشكل الدائري المنتظم وبنفس الطول ، فكلما ارتفعت نسبة الإستدارة اقترب الحوض من الشكل الدائري ، ويبلغ الحوض أقصى مساحة له عندما يكون شكل الحوض قد أصبح دائرياً منتظماً، أي أن نسبة الأستدارة تقيس التعرجات في محيط الحوض ، وقد يحافظ الحوض على طول محيطه بينما تتعرض مساحته للنقصان بسبب الزيادة في التعرجات، أي أنه إذا انخفضت مساحته عن مساحة الدائرة المنتظمة وبنفس المحيط فهذا يدل أن هناك تعرجات في محيط الحوض أي تداخل خطوط تقسيم المياه مع الأحواض المجاورة (سلامه، 2004).

$$\text{نسبة الإستدارة} = 12.57 \times \frac{\text{مساحة الحوض}}{\text{مربع محيط الحوض}}$$

وتشير نسبة الإستدارة 0.395 إلى أن خط تقسيم المياه المحيط بحوض البالوع يسير بشكل منتظم، أي تقل فيه التعرجات (جبوري، 1988).

جدول (2)

معامل الشكل ونسبة الإستطالة ونسبة الإستدارة لحوض وادي البالوع.

الحوض النهرية	مساحة الحوض كم²	طول الحوض كم	محيط الحوض كم	معامل الشكل	نسبة الإستدارة	نسبة الإستطالة
البالوع	121	24	62	.21	.395	.51

2.5.3 الخصائص التضاريسية:

تكمن أهمية دراسة الخصائص التضاريسية في أنها تلقي الضوء على عملية الحت النهري،والدورة الحتية ، واستقرارية التوضعات الإرسالية ، وتطور الخصائص الحوضية الأخرى والمتمثلة بالمساحة وخصائص الشبكة المائية ، وغيرها من الخصائص التي تلعب دوراً بارزاً في التأثير في عملية الترسيب النهري ، فالأحواض المائية التي تسودها الصخور الصلبة أشد تضرساً وانحداراً من الأحواض التي تسودها صخور هشة، لذلك فإن الصفات البنائية والحركات التكتونية تؤثران بشكل فعال في بيئة الحوض النهري ، فالارتفاع في بيئة المنابع النهرية أو الهبوط في مناطق المصب ، فلهما دوراً كبيراً في زيادة التضرس ودرجة الانحدار والوعورة.

وقد تنشأ علاقة عكسية بين التضرس ومساحة الحوض النهري ، أي أنه كلما اتسعت مساحة الحوض النهري يقل تضرس الحوض النهري ، وبالتالي ينعكس ذلك على الكثافة التصريفية ، أما زيادة التضرس ووعورة السطح تؤدي إلى زيادة الكثافة التصريفية والتكرار النهري ، بالإضافة إلى تعميق المجاري المائية والتصريف المائي الكبير الذي يترتب عليه تزايد قدرة الحوض النهري على نقل الرواسب ومساحة النقل الرسوبي (سلامه، 2004).

نسبة التضرس:

وتعد من أهم خصائص الحوض التضاريسية ، ويقصد بها الفرق بين أعلى وأخفض نقطة في الحوض بالنسبة لطول الحوض المحوري ، الذي يقصد به أقصى طول الحوض من المصب إلى أبعد نقطة من المنابع.

وتستخرج نسبة التضرس من خلال المعادلة التالية:

$$\text{نسبة التضرس} = \frac{\text{أعلى نقطة/م} - \text{أدنى نقطة/م}}{\text{طول الحوض/كم}}$$

(سلامة، 2004)

وبعد تطبيق هذه المعادلة على حوض وادي البالوع، بلغت نسبة التضرس 35.6م/كم وتشير هذه النسبة إلى زيادة درجة انحدار سطح الحوض ، وما يترتب على ذلك من تصعيد لعملية الحت وزيادة الحمولة الرسوبية في ظل ظروف التضرس المرتفع . لذا نجد أن حوض البالوع له مجاري مائية عميقة وبتصريف مائي كبير ، ويمتلك قدرة عالية على نقل الرواسب من المنابع إلى المصب.

ويعود السبب الرئيسي لارتفاع التضرس إلى تعرض الحوض لحركات الرفع التكتوني في منطقة المنابع، والهبوط التكتوني في منطقة المصب (Bender, 1974). وما أدى إليه من تفاوت في مناسيب الحوض وزعزعة ، استقرارية التوضعات الرسوبية على طول مجرى وادي البالوع.

جدول رقم (3)

نسبة التضرس لحوض وادي البالوع

الحوض النهري	أعلى نقطة للحوض م	أدنى نقطة للحوض م	طول الحوض كم	نسبة التضرس م/كم
البالوع	1015	160	24	35.6

انحدار السطح:

يعتبر الانحدار من أهم الخصائص الحوضية التي تؤثر في شكل السطح وعملية الترسيب في وادي البالوع إذ وجد من خلال الدراسة الميدانية ، ارتباط درجة انحدار السطح بسرعة جريان المياه، ومعدلات انجراف التربة. وتعتبر السفوح التي يزيد انحدارها عن 15 درجة بيئات مناسبة لحدوث الانجراف بمعدلات كبيرة ، مما يعمل على زيادة الحمولة الرسوبية للوادي (Morgan, 1979).

خصائص الشبكة المائية Drinage Networks

تعتبر دراسة خصائص الشبكة المائية على جانب كبير من الأهمية ، لأنها تعكس الخصائص المورفومترية بجوانب الأودية ، وأشكال الأرض المحلية ، والتي تمد المجرى برواسبه المختلفة. وترتبط هذه الخصائص بالظروف البيئية والحوضية السائدة في

منطقة الحوض. وتتعدد خصائص الشبكة المائية التي تم حسابها لحوض وادي البـــالوع كما في الجدول التالي:

جدول(4)

خصائص الشبكة المائية في حوض وادي البالوع

خصائص الشبكة المائية	
الكثافة التصريفية	3.81كم²
التكرار النهري	4.85 مجرى / كم²
معامل الانعطاف	1.08

كثافة التصريف المائي Drainages Density

وتعد كثافة التصريف في الحوض النهري انعكاساً للظروف البيئية التي تـــسود الحوض النهري،وترتبط بالمرتبة الأولى بطبيعة المناخ السائد وخاصة عنصر المطر ، حيث ترتفع كثافة التصريف بالمناطق التي تسقط عليها كميات أمطار عالية وتـــنخفض في المناطق ذات الأمطار القليلة ، إذا كانت البيئات متشابه بأنواع الـــصخور ودرجـــة الانحدار والعوامل الأخرى ،أي أن كثا فة التصريف للحوض النهري تعكس أثر المناخ والصخور والتضاريس والغطاء النباتي (سلامه، 2004).

وتم استخراج كثافة التصريف المائي من المعادلة التالية: (جبوري، 1988)

$$\text{كثافة التصريف المائي} = \frac{\text{مجموع أطوال الشبكة المائية /كم}}{\text{مساحة الحوض /كم}^2}$$

وبلغت الكثافة التصريفية في حوض البالوع 3.81كم²، وهذه النسبة دون المعدل العام لكثافة التصريف في أحواض الصخور الغرانيتية والجيرية فـــي جنـــوب الأردن البالغة 5.53، ويمكن تعليل هذا الانخفاض على الرغم من هطول كميات مرتفعة مـــن الأمطار نسبياً إلى نفاذية الصخور الجيرية السائدة والتي تسمح بتـ سرب كمية كبيرة من المياه الساقطة إلى باطن الأرض.

وقد أظهرت معظم الدراسات الكمية التي درست خصائص الشبكة المائية ، بـأن الكثافة التصريفية ترتبط بعلاقة طردية مع نسبة التضرس والتكرار النهري ، وبعلاقـة عكسية مع مساحة الحوض المائي (سلامة، 1980).

التكرار النهري Stream Frequency

وتعبر عن عدد الأنهار فـي وحـدة مـساحة حـوض التغذيـة وقـد اقتـرح (Straler.1958) المعادلة التالية (سلامه، 1980).

$$\text{التكرار النهري} = \frac{\text{عدد المجاري المائية}}{\text{مساحة الحوض}}$$

وقد بلغ معدل التكرار النهري بعد تطبيق هذه المعادلة على حوض البالوع 4.85 مجرى / كم^2، وهي نسبة متدنية إذا قورنت مع معدل التكرار النهري للأحواض المائية في الأردن والتي أشار لها (سلامه، 1980). وبلغت 11.39 مجرى مائي /كم^2، وتشير هذه النسبة إلى صغر المساحة الحوضية ، وأن هناك كميات من الـصخور مـا زالـت معرضة للحت المائي إذا ما توافرت الظروف المناسبة ، كتزايـد التـساقط الـسنوي للأمطار وغيرها.

جدول رقم(5)

التكرار النهري والكثافة التصريفية لحوض وادي البالوع

الحوض النهري	مجموع طول المجاري المائية	مساحة الحوض	عدد المجاري المائية	التكرار النهري مجرى / كم^2	كثافة التصريف كم^2
البالوع	462	121	587	4.85	3.81

معامل الانعطاف Inflection Factor

ويقصد به نسبة الطول الحقيقي للمجرى المائي إلى الطـول الفعلـي . وتطبـق المعادلة التالية لاستخراج معامل الانعطاف (جبوري، 1988).

$$\text{معامل الإنعطاف} = \frac{\text{طول المجرى الفعلي}}{\text{طول الحوض}}$$

ويظهر أثر معامل الانعطاف على احتمالات التسرب والتبخر ،حيث يقل التبخر والتسرب كلما قلت درجة الانعطاف ، الذي يدل على اقتراب المجرى النهري من الاستقامة الذي تساهم بدورها بسرعة الجريان ووصول مياه الحوض إلى المصب في فترة زمنية قصيرة (جبوري، 1988) .

وبعد تطبيق المعادلة على حوض البالوع تبين بأن الوادي قريب للاستقامة وبلغ معامل الانعطاف له 1.08 مما يسهل سرعة موجات الجريان السطحي للحوض إلى المصب مع انحسار في كميات التبخر والتسرب.

جدول(6)

معامل الإنعطاف لحوض وادي البالوع

الحوض النهري	الطول الفعلي كم	طول الحوض كم	معامل الإنعطاف
البالوع	25.8	23.88	1.08

6.3 المناخ Climate

تسهم الخصائص المناخية السائدة في منطقة الدراسة في نشأة وتطوير الكثير من الأشكال الأرضية، والعمليات الجيومورلوجية، ومنها الناتج الرسوبي فتؤثر شدة وتركيز العواصف المطرية وزيادة معدلات التساقط على كميات الناتج الرسوبي من خلال زيادة الجريان السطحيمما يؤدي إلى نق ل مخلفات التجوية بسرعة، وزيادة معدلات انجراف التربة خاصة في المناطق عالية التضرس.

كذلك فإن كل من درجة الحرارة والرطوبة والتبخر والرياح والإشعاع الشمسي تؤثر بشكل أو بآخر على الناتج الرسوبي فدرجة الحرارة والرطوبة تحددان معدل عمليات التجويةكما أن الرياح ودر جة الحرارة تؤثران في التبخر والنحت اللذان يقومان بدور واضح في تحديد الفاقد من كميات المطر وتحديد معدلات الجريان السطحي، وكذلك تؤثر الرياح في تركيز واتجاه الأمطار ودورها في تقليل تماسك حبيبات التربة وتفتيتها ونقلها.

أما تركيز الأمطار الهاطلة فأنه يؤدي إلى تناقص معدلات التسرب المائي مما يسمح بحدوث زيادة تابعة في الجريان ومعدلات الانجراف (البطيخي، 1983).

ويشكل مناخ حوض وادي البالوع جزءاً من مناخ البحر المتوسط شبه الجاف الذي يمتاز بفصلية واضحة ، فالشتاء بارد ورطب وتحدث تقلبات في الأمطار والحرارة، أما الصيف فهو طويل نسبياً ويتصف بارتفاع درجة الحرارة والجفاف.

1.6.3 الأمطار Rain Fall

تتأثر عملية الترسيب في منطقة الدراسة بكميات الأمطار الساقطة عليها ، والتي تتفاوت من مكان لآخر تبعاً لعدة عوامل ، أهمها اختلاف مناسيب الارتفاع لتلك الأماكن، ومدى تأثرها بالمنخفضات الجوية التي تؤثر على الأردن ، ويبدأ تساقط الأمطار في منطقة الدراسة في أواخر تشرين الأول ، حيث يبدأ وصول المنخفضات الجوية القادمة من البحر المتوسط والتي تسبب تساقط الأمطار على منطقة الدراسة على شكل زخات عالية التركيز مصحوبة في أغلب الأحيان بالعواصف الرعدية ،مما يسمح بتكوين الفيضانات أحياناُ والجريانات السطحية ، والتي تقوم بدور واضح في تفعيل عملية الحت النهري وانجراف التربة وحدوث الانهيارات الأرضية ، وتبدأ كمية الأمطار بالتزايد في شهر تشرين الأول لتصل حدها الأقصى في شهر كانون الثاني وشباط ، ثم تأخذ بالتناقص التدريجي إلى أن تصل حدها الأدنى في شهر أيار، كما يعتبر شهر كانون الثاني من أكثر الشهور رطوبة كما هو موضح في الجدول (7) ويبين هذا الجدول أن 85% من كمية الأمطار السنوية تسقط خلال شهر كانون الأول وكانون الثاني وشباط وآذار، وإذا ما علمنا أن هذه الأشهر هي أبرد شهور السنة ، فهذا يعني ارتفاع كميات الناتج الرسوبي خلالها بسبب زيادة كميات الجريان السطحي وانجراف التربة لقلة معدلات التبخر الناتجة عن انخفاض درجة الحرارة خاصة في شهر كانون الثاني الذي تشكل أمطاره 25% من مجموع الأمطار السنوية.

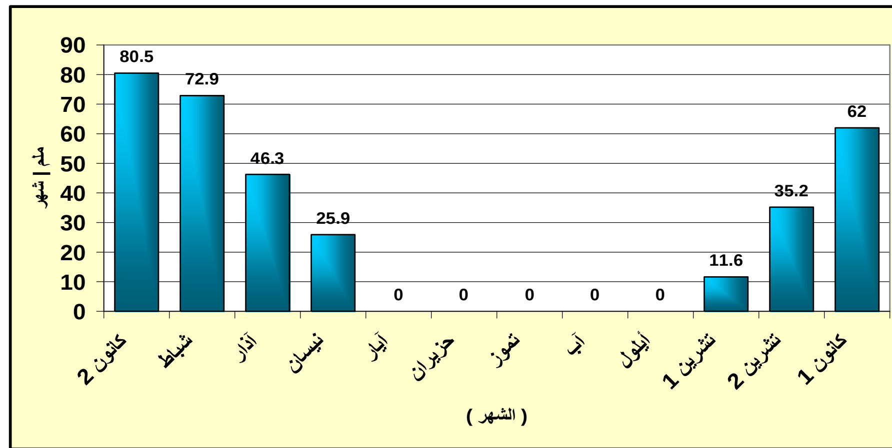
أما هطول الأمطار في بداية الفصل المطير (تشرين الأول،كـانون الثـاني) فيكـون مصحوباً بعواصف قوية شديدة التركز مما يؤدي إلى زيادة كميات النـاتج الرسـوبي خلال هذه الفترة ، وأيضاً نظراً لزيادة معدلات انجراف التربة بـسبب فقـر أو انعـدام الغطاء النباتي خاصة الأعشاب في هذه الفترة.

جدول (7)

المعدل الشهري لكميات الأمطار في محطات الواقعة في حوض وادي البالوع / ملم

المحطة	تشرين الأول	تشرين الثاني	كانون الأول	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	آب
الربة	11.6	35.2	62	80.5	72.9	46.3	25.9	0

المصدر:- (وزارة المياه والري، 2012)، و (دائرة الأرصاد الجوية، 2010).



شكل (17)

المعدل الشهري لكميات الأمطار لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة

وتتصف أمطار منطقة الدراسة بالتذبذب الشديد من سنة إلى أخرى ومن شـهر إلى شهر وارتبط هذا التذبذب بخصائص المنخفضات الجوية وحالات عدم الاسـتقرار الجوي في فصل الربيع والخريف كما أدى الموقع الفلكي وع امل التضاريس دوراً في إبراز التباينات في معدلات الأمطار ، وتقع منطقة الدراسة بين درجتي عرض (1.11˚ –31.26˚) شمالاً وتفاوت قياسها بين (1200_200)فوق سطح البحر ويظه ر التذبذب في كميات الأمطار السنوية بوضوح في محطة الأمطار في منطقة الدراسة جدول (8) حيث بلغ مجم وع الأمطار السنوية في محطة الربة 320.9ملم عام 1989، في حـين

بلغت 187 ملم في محطة الربة عام 2007، ويزداد التذبذب وضـوحاً فـي كميـات الأمطار الشهرية في محطة الربة ، فقد بلغت كميات الأمطار في شهر تشرين الأول في محطة الربة 11.6 ملم في حيث بلغت في شهر كانون الثاني 80.5 ملم.

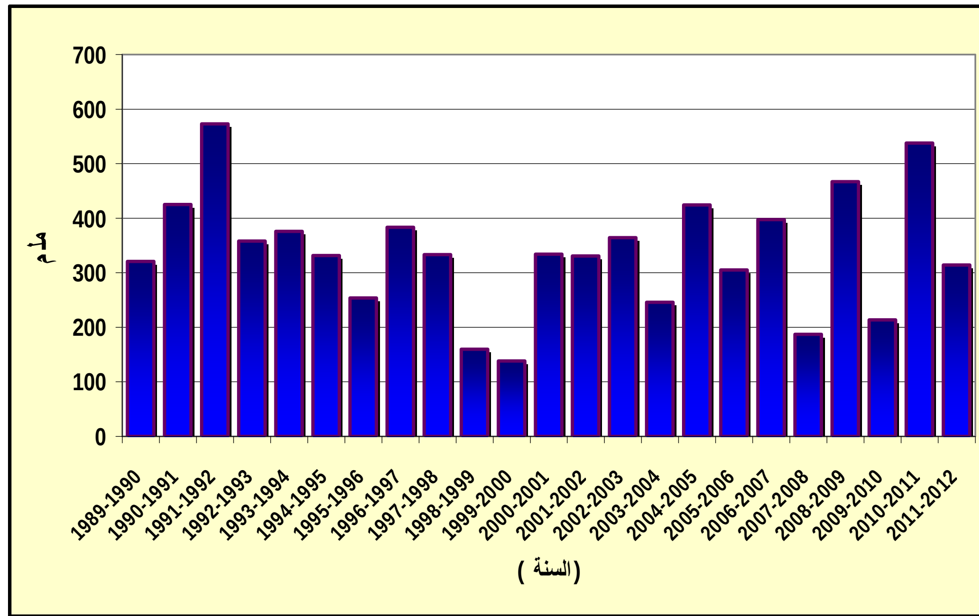
وبشكل عام فإن منطقة الدراسة تشهد تذبذباُ في معدلات الأمطار من شهر إلـى أخر ومن سنة إلى أخرى وعدم انتظام منحنيات توزيع الأمطار.

جدول (8)

معدلات الأمطار السنوية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة الممتدة (1989-2012)

Rabbeh	
320.9	1989-1990
425.2	1990-1991
572.9	1991-1992
358.1	1992-1993
376	1993-1994
331.4	1994-1995
253.8	1995-1996
383.5	1996-1997
333.4	1997-1998
159.7	1998-1999
138.3	1999-2000
334.2	2000-2001
330.7	2001-2002
364.4	2002-2003
245.7	2003-2004
424.5	2004-2005
304.9	2005-2006
397.2	2006-2007
187	2007-2008
467	2008-2009
213.4	2009-2010
537.6	2010-2011
314.2	2011-2012
337.8	المعدل العام

المصدر: - (**وزارة المياه والري**، 2012)، و(**دائرة الأرصاد الجوية**، 2012).



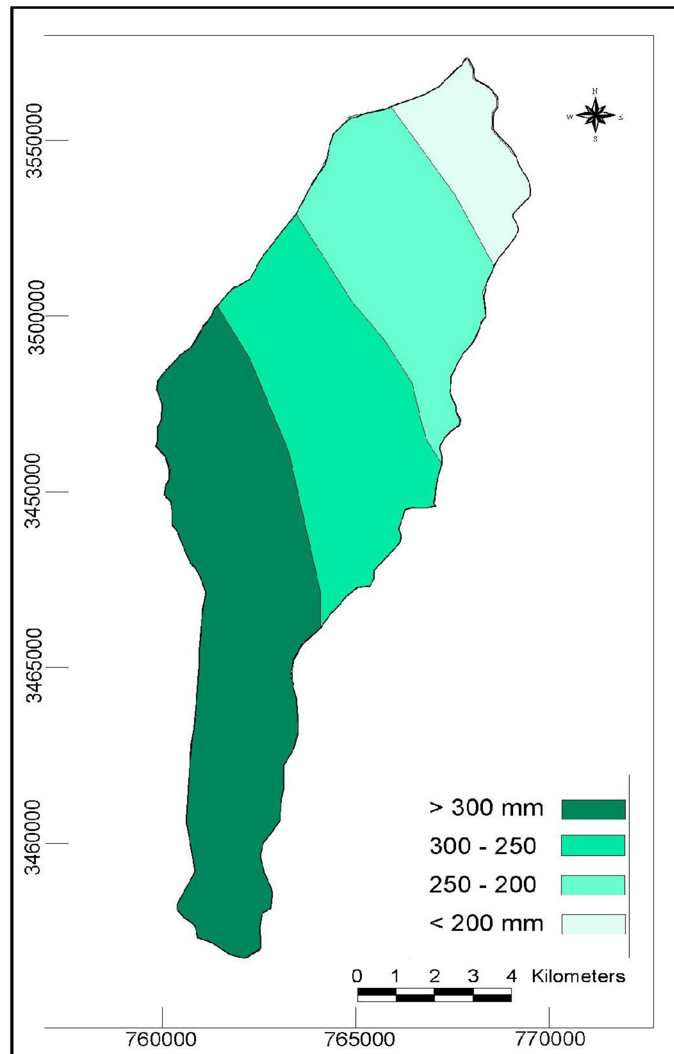
شكل (18)

معدلات الأمطار السنوية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (1989-2012)

لقد أثر تذبذب كميات الأمطار من سنة إلى أخرى في عملية الترسيب ، إذ عكس هذا التفاوت في كميات الأمطار الساقطة على كميات الرواسب المترسبة في وادي البالوع، وذلك من خلال الدور الذي تلعبه الأمطار في تحديد كمية الجريان السطحي الذي يقوم بدور واضح في عملية الترسيب والحت النهري حيث يزداد الجريان السطحي والنشاط النحتي والحمولة الرسوبية في السنوات الرطبة ، والتي تزيد في كميات الأمطار الساقطة عند المعدل السنوي ، بينما يقل في السنوات التي تتدنى فيها كميات الأمطار عن هذا المعدل.

إما مستقبل الإمطار في منطقة الدراسة, فقد أظهرت دراسات سابقه اتجاه عام لتناقص في منطقة الشرق الأوسط، حيث أشارت الدراسة التي أجراها (Neuman, 1960) على فلسطين وبعض الأقطار الواقعة في حوض المتوسط ، وتوصل أن هناك تناقصاً في كميات الأمطار، كما أظهرت السجلات طويلة المدى بان مناطق شرق البحر المتوسط تواجه خطر التغير المناخي الناتج عن الاحتباس الحراري (غازات البيت

الزجاجي) ث التقديرات لكمية الإمطار وتوزيعها لم يتأكـد بعـد , بـسبب الازاحـه للجبهات القطبيةأي أن شرق المتوسط سيواجه عدداً أقل مـن المنخفـضات الجويـة والأعاصير,مما يعني أن امطار تتجه نحو التناقص بسبب التغيـر المتوقـع للمنـاخ (Oroud. 2007).



شكل (19)

خارطة توزيع الأمطار لمنطقة الدراسة

المصدر: (المركز الجغرافي الملكي الأردني، 2002)

2.6.3 درجة الحرارة Temperature

تحدد درجة الحرارة نوع وشدة عمليات التجوية المختلفة ،إذ تتعرض الحبيبات المعدنية والأسطح الصخرية إلى التفتت (Granular disintegration)، والتقشير (exfoliation)بسبب الاختلافات الحرارية اليومية الشديدة ، وما تؤدي إليه من تفاوت في معدلات التمدد والتقلص المعدني.

ولا يمكن الفصل بين تأثير كل من درجة الحرارة والرطوبة في أضعاف الصخر. إذ تزيد فعالية التجوية الكيمائية ثلاثة أضعاف لكل ارتفاع في درجة الحرارة يعادل عشر درجات مئوية ، كما أن الانخفاض في درجة الحرارة يزيد من النشاط الميكانيكي للماء بواسطة التجمد (الشلش، 1981).

تتعرض درجة الحرارة في حوض وادي البالوع للهبوط بشكل ملحوظ في الشتاء وفي ساعات الليل، ولارتفاع مضاد في الصيف وساعات النهار.

وتظهر الفروق الحرارية بشكل واضح في منطقة الدراسة بين فصل الصيف وفصل الشتاء، حيث يبلغ معدل درجات الحرارة لأشهر الشتاء في محطة الربة من تشرين الثاني إلى آذار 10.3°c ولأشهر الشتاء الثلاثة كانون الثاني،كانون الأول ، شباط 8.6°c، ويبلغ معدل درجات الحرارة في أشهر الصيف لمحطة الربة 20.2°c ، وفي شهري تموز وآب يبلغ المعدل 23.5°c شكل(20) وجدول (9).

وتتضح التباينات في درجات الحرارة الشهرية ، حيث يمثل شهري تموز وآب أشد الشهور حرارة، وشهري كانون الثاني وشباط أشدها برودة.

وقد بلغ المعدل السنوي لدرجات الحرارة في محطتي الربة 16.1°c ، حيث تتناسب كميات التبخر الشهرية مع درجات الحرارة ، وبلغ معدل التبخر 52.3ملم في محطة الربة في شهر كانون الثاني وهو أدنى معدل للتبخر خلال أشهر السنة ، وبلغ معدل درجات الحرارة لهذا الشهر 7.9°c ، بينما بلغ معدل التبخر في أشد الشهور حرارة 192ملم في شهر تموز ، وبلغ المعدل الشهري العام 152 ملم، ومعدل التبخر السنوي 1824 ملم في العام.

وتتباين معدلات الحرارة الشهرية والسنوية واليومية مكانيا تبعا لتباين المناسيب . لهذا فإن عوامل الطبوغرافيا والارتفاع والانخفاض عن مستوى سطح البحر تساهم إلى حد كبير في هذا التباين . فتمتاز الأجزاء الغربية من الحوض بدرجات حرارة أعلى من الأجزاء الشرقية الأكثر ارتفاعاً عن مستوى سطح البحر.

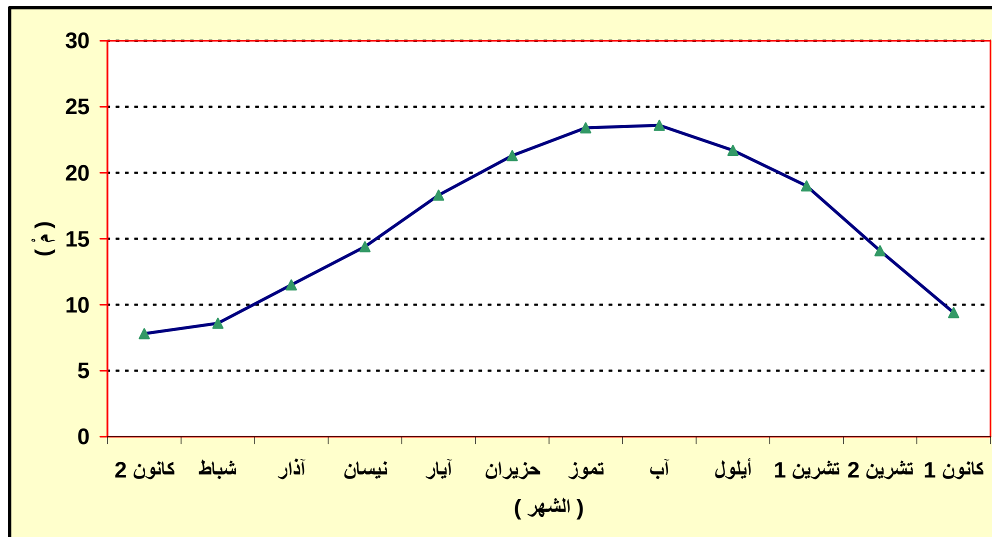
وإن التباين الزماني الواضح لدرجات الحرارة سواء على المستوى الفصلي أو اليومي لاشك ساعد على زيادة نشاط عمليات التجوية المختلفة ، مما أدى إلى زيادة كمية الرواسب القابلة للانجراف والتي انعكست في تزايد كميات الناتج الرسوبي من الحوض.

جدول (9)

معدل درجات الحرارة الشهري والسنوي لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (1990/ 2012)

الشهر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين أول	تشرين ثاني	كانون الأول	معدل سنوي
معدل درجة الحرارة °c	7.8	8.6	11.5	14.4	18.3	21.3	23.4	23.6	21.7	19	14.1	9.4	16.1

المصدر: - (وزارة المياه والري، 2012)، و (دائرة الأرصاد الجوية، 2012)



شكل (20)

معدل درجات الحرارة الشهري والسنوي لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة 1990/ 2012

3.6.3 الرطوبة النسبية:

تعمل الرطوبة النسبية جنباً إلى جنب مع درجة الحرارة في التأثير في عملية الترسيبفدرجة الحرارة والرطوبة النسبية يحددان معدل التجوية ، والتي تعتبر المصدر الرئيسي الذي يزود المجرى النهري بالرواسب.

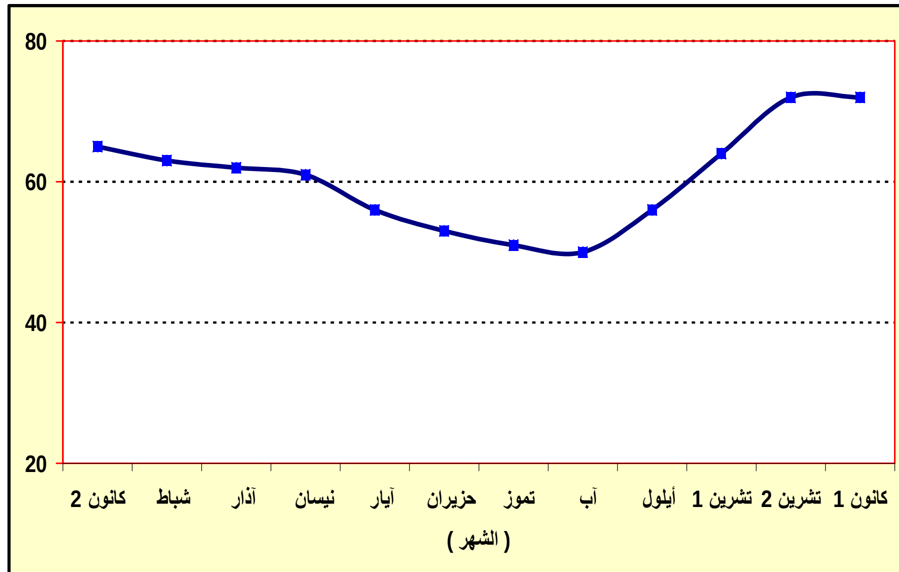
الجدول رقم (10) يبين معدل الرطوبة النسبية الشهري والسنوي لمحطة الربة خلال الفترة الممتدة من 2003-2012 والذي يتضح من خلالها أن معدل الرطوبة النسبية السنوي قد بلغ 61.8بمحطة الربة تزداد هذه النسبة في ف صل الشتاء نظراً لتساقط الأمطار وانخفاض درجات الحرارة ، حيث بلغ معدل الرطوبة النسبية لأشهر الشتاء الممتدة من تشرين الأول إلى نهاية نيسان 58.2%في محطة الربة . وتنخفض هذه النسبة في شهور الصيف لتصل إلى 53.1% في محطة الربة وقد كان أعلى معدل للرطوبة النسبية في محطتي الربة في شهر كانون الثاني ، فقد وصل إلى 72.2% في حين كان أدنى معدل للرطوبة النسبية في شهر حزيران حيث وصل إلى 51.1% لمحطة الربةوذلك لانعدام تساقط الأمطار في شهور الصيف ، ولارتفاع درجات الحرارة.

جدول (10)

معدل الرطوبة لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)

العنصر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين أول	تشرين ثاني	كانون الأول	معدل سنوي
معدل الرطوبة	72.2	71.9	64.7	56.1	50.5	51.1	53.1	56.8	61.6	62.0	63.6	65.6	60.8

المصدر: - (وزارة المياه والري، 2012)، و(دائرة الأرصاد الجوية، 2012



شكل(21)

معدل الرطوبة لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)

4.6.3 التبخر:

بلغت كمية التبخر الكامن السنوية في حوض وادي البالوع 1564.2، ويختلف معدل التبخر في الوادي من موسم لأخر حيث بلغ معدل التبخر في الأشهر الباردة 52.3 ملم و 225.3 ملم في الأشهر الجافة.

الجدول رقم (11) يبين التوزيع الشهري للتبخر الناتج المحتمل لمحطة الربة ، والذي يتضح من خلاله ارتفاع معدلات التبخر في شهور الصيف ، وتدنيها في فصل الشتاء نتيجة سقوط الأمطار وانخفاض درجات الحرارة . فقد بلغ معدل التبخر المحتمل 52.3 ملم في محطة الربة خلال فصل الشتاء.

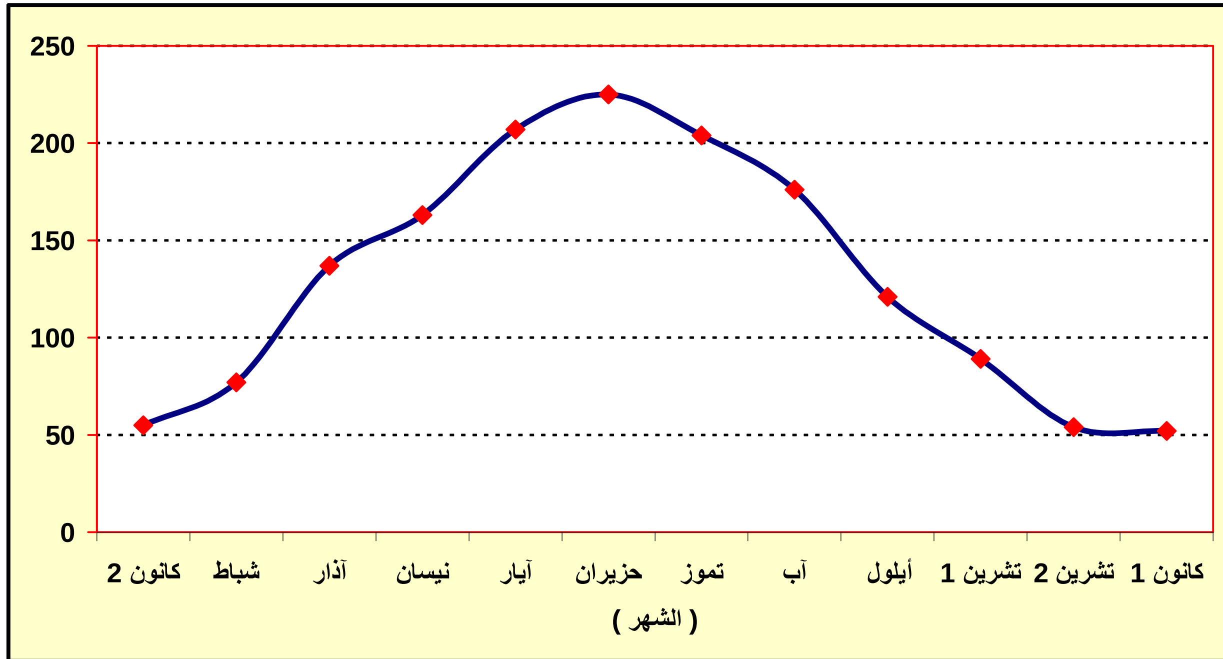
أما فصل الصيف فإن معدل طاقة التبخر المحتمل ترتفع بشكل عام في منطقة الدراسة حيث بلغ 225.3 ملم في محطة الربة.

جدول (11)

كميات التبخر الكلية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)

العنصر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين أول	تشرين ثاني	كانون الأول	معدل سنوي
كميات التبخر الكلية	52.3	54.0	89.5	121.8	176.0	204.3	225.3	207.7	163.1	137.8	77.3	55.1	1564.2

المصدر: - (وزارة المياه والري، 2012) ، و (دائرة الأرصاد الجوية، 2012



شكل (22)

كميات التبخر الكلية لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)

5.6.3 الرياح Wind

يبلغ المعدل السنوي لسرعة الرياح في محطة الربة 2.6 عقدة جدول رقم (12) ويبرز دور الرياح في التعرية ، وزيادة الحمولة الرسوبية للوادي في الأجزاء الدنيا فيه بشكل كبير بالمقارنة مع الأجزاء العليا والوسطى من الوادي.

إذ لوحظ أثناء الدراسة الميدانية للوادي ، وجود أثار واضحة لهذا النوع من التعرية في الأجزاء الدنيولذلك نتيجة لتفكك حبيبات التربة وقلة الغطاء النباتي ، في

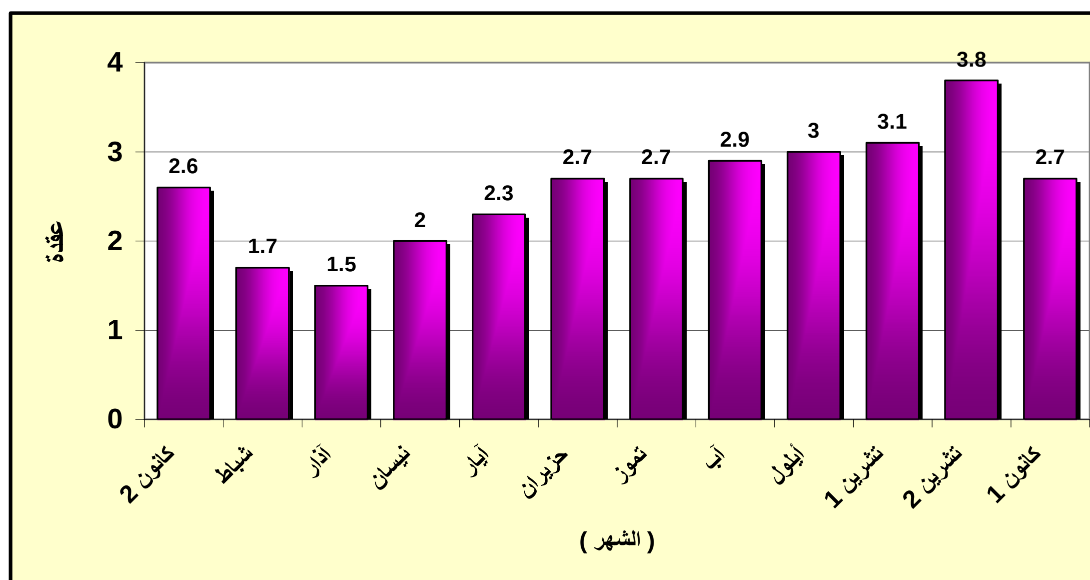
حين نجد الأجزاء العليا والوسطى التي تميزت بقلة التربة الرملية ، وانتشار تربة تحتوي على كميات كبيرة من الطين لا تتأثر كثيراً بالتعرية الناتجة عن الرياح ، ولا تساهم بكميات كبيرة في حمولة الوادي الرسوبية.

جدول (12)

معدل سرعة الرياح لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)

العنصر	كانون الثاني	شباط	آذار	نيسان	أيار	حزيران	تموز	آب	أيلول	تشرين أول	تشرين ثاني	كانون الأول	معدل سنوي
معدل سرعة الرياح	2.7	3.8	3.1	3.0	2.9	2.7	2.7	2.3	2.0	1.5	1.7	2.6	2.6

المصدر: -(وزارة المياه والري، 2012)، و (دائرة الأرصاد الجوية، 2012)



شكل (23)

معدل سرعة الرياح لمحطة الرصد الجوي في منطقة الربة للفترة (2003-2012)

7.3 الغطاء النباتي Vegetation

للغطاء النباتي أثر كبير وواضح على الإنتاج المائي السطحي وجميع عناصر الموازنة المائية للحوض النهري ويظهر تأثير الغطاء النباتي على الجريان السطحي من خلال فقدان الكثير من مياه الإمطار الساقطة بعملية التبخر – النتح, حيث تفقد جميع المياه العالقة على الأوراق والأغصان بالتبخر , بالإضافة إلى احتجاز كميه أخرى في جسم النباتات ويفقد جزء منها في عملية التبخر – النتح التي تعوضها باستمرار من رطوبة التربة, أي أن زيادة الجريان تعتمد على النقص في كميه التبخر – النتح حوض الدراسة. (جبوري , 1988)

كذلك يأتي تأثير الغطاء النباتي على الجريان السطحي من خلال اعتراضه لمياه الإمطار الذي يؤدي إلى زيادة التسرب وتأخير وصول الفيضان إلى مجرى النهر , وأيضا يعمل الغطاء النباتي على منع التربة من الانجراف الذي يقلل من كمية الرواسب المنقولة إلى مجرى الحوض .(Philip, 2007)

أما في حالة كون الغطاء النباتي غير موجود أو متناثر فإن قدرة الإمطار على جرف التربة والتعرية تكون عاليه ,ويترتب على ذلك أن حجم الرواسب الذي تنقله يكون كبيراً, وهذا يظهر في منطقة الدراسة التي تعد ذات غطاء نباتي متناثر وخفيف ومعدوم في أجزاء كبيره منها . ويدل على ذلك ارتفاع كمية الرواسب المتجمعة في سد وادي الموجب التي تبلغ 14.5 م (سلطة وادي الأردن , 2009) علماً أنه لم يمر أكثر من 7 سنوات على إنشائه.

ويمكن تقسيم النبات الطبيعي في منطقة الدراسة إلى:

1- الأشجار الحرجية.

وتوجد على حد تقسيم المياه الغربي لمنطقة الدراسة , وتمتد الاشجار الحرجيه من منطقة الجدعا باتجاه القصر والربه حتى منطقة المنشية وأبو حمور , حيث تزداد الكثافة في منطقة الربه (كلية الزراعة) وأبو حمور , كذلك تتواجد الأشجار الحرجية على شكل غابه شرق السماكيه على السفوح العليا لوادي النخيله, أما المنطقة الجنوبية

من منطقة الدراسة فهي تكاد تخلو تماماً من وجود أشجار حرجية وإن وجـدت فهـي متناثرة ومحدودة جداً وأهم أنواعها السرو واللزاب.

2- النباتات الجبلية.

وتتواجد هذه النباتات في المنطقة الغربية من منطقة الدراسة على سفوح الأودية وقمم التلال التي تتكشف بها الصخور ويقل سمك التربة بها, وكـذلك فـي مجـاري المسيلات المائية الصغيرة , حيث تم القضاء على معظم الغطاء النباتي الطبيعـي فـي منطقة الدراسة وتم تحويلها إلى أرض زراعية.

وتنقسم هذه النباتات إلى نوعين هما:الشجيرات والنباتات العشبية وأكثر تو اجـد للشجيرات على سفوح الأودية و مجاري المسيلات المائية حيث تغطـي سـفوح وادي البالوع والنخلية ويمتد انتشارها جنوباً بشكل متناثر شرق منطقـة حمـود والـسماكيه ومنطقة المراعي, وأهم أنواعها البلان والقطف والارت والشيح.

أما النباتات العشبية فأكثر مناطق تواجدها وكثافتها في المنطقة الـ جنوبية الغربية من منطقة الدراسة حيث تظهر بكثافة فوق التلال الغير مستغلة بالزراعة وفي المنطقة المطلة على وادي الموجب على سفوح وادي البالوع ، وتختلط مـع شـجيرات الـبلان والشيح وغيرها. وتقل كثافتها وتنوعها بالاتجاه جنوباً حتى تنعدم تمامـاً فـي الجـزء الجنوبي الشرقي من منطقة الدراسة ، وأهم أنواعها المرار واللفيته والحندقوق والنجيـل والخبيزه والشعير البري.



شكل (24)

الشجيرات الصحراوية في المجاري المائية

3- نباتات ضفاف الأنهار.

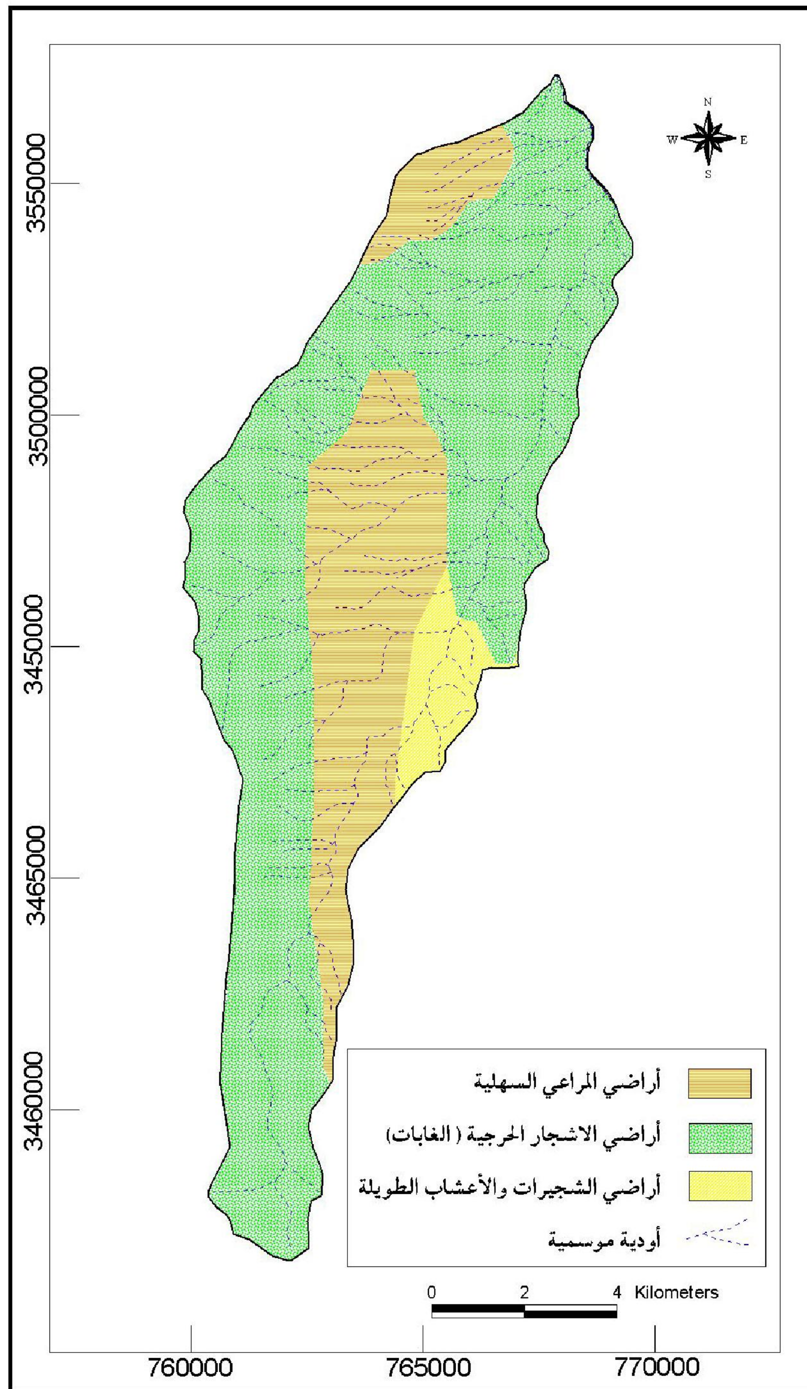
وتظهر هذه النباتات في جزء محدود جداً في منطقة الدراسة بالقرب من مناطق جريان القاعدة (الأساس) وعلى نهاية مجاري أودية البالوع والنخيله وهي متباعدة وارتفاعها لا يزيد على 2م واهم أنواعها الدفلا والطرفا.



شكل (25)

أشجار الطرفه في منطقة الدراسة

ومن خلال ما سبق يظهر بأن الغطاء النباتي في منطقة الدراسة ليس له تـــأثير على الجريان السطحي وأن معظم مناطق الدراسة جرداء وخالية من الغطاء النبـــاتي , وذلك يعود لقساوة الظروف المناخية المتمثلة في انخفاض معـــدل الإمطـــار وارتفـــاع درجات الحرارة ومعدلات التبخر , وكذلك استغلال مساحات كبيره من مناطق الدراسة في الزراعة البعليه.



شكل (26)

خارطة الغطاء النباتي في منطقة الدراسة

المصدر: المركز الجغرافي الملكي الأردني 2002

الفصل الرابع

الحمولة الرسوبية لوادي البالوع

تنتج الحمولة الرسوبية عن العمليات الجيومورفولوجية في وادي البالوع ، والمتمثلة بالنشاط الحتي بفعل الجريان السطحي وعمليات التجوية الكيميائية ، والميكانيكية لصخور ورسوبيات الوادي . والحبيبات ذات الأحجام المختلفة يتم نقلها على شكل حمولة رسوبية عبر قنوات مائية وجداول ومسيلات ، أو عن طريق الانهيارات الأرضية يتم وضعها في مجرى الوادي أو على جوانبه.

تتكون الحمولة الرسوبية من ثلاثة أنواع مترابطة من حيث الكمية والنوعية وهي الحمولة السريرية (bed load) والحمولة المعلقة (suspend load) والحمولة الذائبة (Dissolved load)، وتتشكل الحمولة السريرية والمعلقة من مواد صلبة تزيد أحجامها عن نصف ميكرون أما الحمولة الذائبة فهي مواد كيماوية ذائبة كالاملاح (Smith and stopp, 1978).

وتشكل هذه الأنواع الثلاثة في مجموعها الناتج الرسوبي . ويقاس الناتج الرسوبي بالمتر المكعب أو الطن في السنة بواسطة تقدير المواد المزالة بفعل جميع العمليات ، وبسبب الصعوبة في قياس هذه العمليات وتقدير الحمولة الرسوبية ككل ، فإن الناتج الرسوبي يقاس عادة عن طريق تقدير الرسوبيات التي تتجمع في السدود أو تقدير الحمولة الرسوبية العالقة في الجريانات المائية بتقدير نسبة تركزها في عينات مائية مختارة، أو باستخدام بعض المعادلات الرياضية.

1.4 الحمولة السريرية Bed load :.

وهي عبارة عن المواد التي تنتقل في سرير المجرى خلال فترة زمنية معنية بواسطة الانزلاق (sliding) ، والتدحرج (Rolling)، و القفز (selation)، ويحدد كل من كمية التصريف المائي وسرعة الجريان ، حجم الحمولة السريرية، والمسافة التي تنتقل إليها حيث يزداد الحجم والمسافة بزيادة التصريف وسرعة الجريان . كذلك تعمل

فيادرجة الانحدار وعمق وعرض المياه على زيادة كميات الحمولة السريرية .
مما يجعل الحدود الفاصلة بين الحمولة السريرية والحمولة المعلقة غير ثابتة، فقد تتحول بعض المواد من حمولة سريرية إلى حمولة معلقة عند زيادة كميات التصريف المائي وسرعة الجريان،خاصة خلال الفصل المطير. وقد أكدت معظم الأبحاث على أن الحمولة السريرية تشكل نسبة قليلة من الحمولة الرسوبية، بحيث لا تزيد عن 10% من الحمولة النهرية وغالباً ما تقل عن 5%(sregoryetal,1973).

لقد قدرت سلطة المصادر الطبيعية نسبة الحمولة السريرية بحوالي 30% من مجموع الحمولة لرسوبية في الأودية الأردنية ، مما يشير إلى الحمولة السريرية في وادي البالوع. ويحدد كلمن التصريف المائي ، وسرعة جريانه حجم الحمولة السريرية والمسافة التي تنقل إليها ، وتنتقل معظم هذه الحمولة في الفصل المطير بسبب ارتفاع تركز الأمطارمما يعمل على زيادة كمية وسرعة جريان العاصفة مما يؤدي إلى نقل كميات أكبر من الحمولة السريرية.

ويوضح الجدول (13) مسافة النقل لبعض الرواسب السريرية خلال الفصل المطير، وعلاقتها بكمية التصريف المائي ، وسرعة جريانه بينما يوضح الجدول (14) مسافة النقل لحجوم المختلفة خلال الفترة الممتدة من 2012/11/4 إلى 2013/6/1 ويستنتج من الجدولين ما يلي:

1. تزداد مسافة نقل الرواسب السريرية كلما ازدادت كميات الأمطار، والتصريف المائي،وسرعة جريانه مما يوضح دور الأمطار ،وكمية التصريف ، وسرعة الجريان في نقل الحمولة السريرية لوادي البالوع.
2. لم يتم العثور على أية رواسب تقل عن 10 سم، مما يشير إلى زيادة قوة الجريان المائي في وادي البالوع خلال الموسم المطري وقدرته على نقل الرواسب.

وقد لوحظ أن بعض هذه الرواسب نقلت لمسافة تقل عن المسافة التي نقلت إليها الرواسب الأخرى الأكبر منها حجماً بسبب احتجازها أمام العوائق المختلفة، كالجلاميد الصخرية كبيرة الحجم أو البقايا النباتية في وسط المجرى.

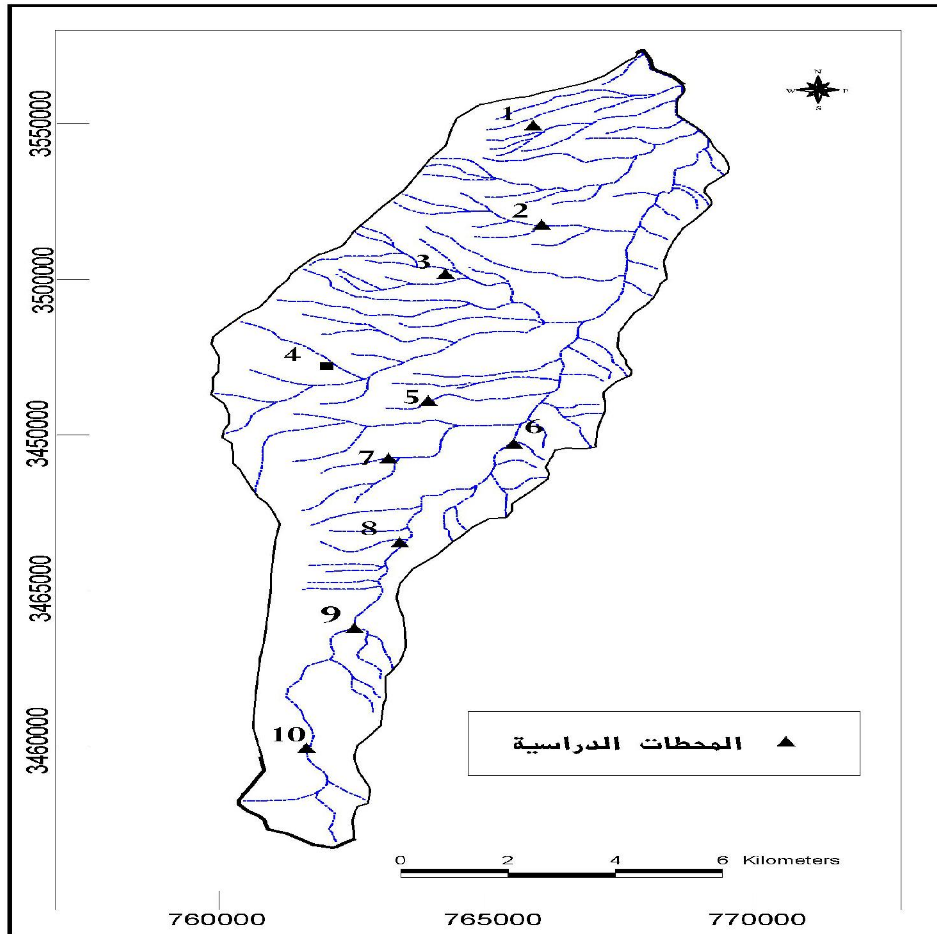
وتتفاوت الرواسب السريرية في خصائصها على طول وادي البالوع ويعود هــذا التفاوت إلى أن الرواسب السريرية تمر أثناء نقلها وبعد توضعها في تغيرات أساســية تحددها الظروف البيئية المحلية الموجودة في الوادي. ويبدو أن تلك التغيرات تأخذ نمطاً معيناً يتمثل في التوزيع المكاني لتلك الخصائص على طول وادي البالوع ، أما أهم تلك الخصائص الرسوبية فتتمثل في حجم الرواسب، ورتبة الاستدارية ،ونسبة التكور ، وفئة الشكل.

وترتبط هذه الخصائص بعلاقة وطيدة بعملية الترســيب والنقــل. فتغيــر حجــم الرواسب السريرية يؤثر تأثيراً مباشراً على عملية الترسيب والنقل ، إذ يعمل نقــصان حجم الرواسب السريرية على خفض الطاقة النهرية التي يتطلبها نقل هذه الرواســب . بالمقابل نجد أن نقصان الطاقة النهرية عن حد معين، يؤدي إلى ترسيبها (Kinghton, 1988).

أ- متغير استدارية الرواسب وكرويتها ، فقد وجد من الدراسة الميدانية أن الرواسب التي تميل إلى الاستدارية والكروية تنقل لمسافة أطول عن طريق التدحرج ، والانزلاق في حين وجد أن الرواسب المدببة والأشكال القريبة من الشكل النــصلي والعــصوي ، تنقل بالقفز ولمسافة أقل ، على أن درجة مقاومة الرواسب لقوى الجــر بفعــل الجريــان المائي تعتمد أيضاً على حجم الرواسب ، ومدى استداريتها وكرويتها ، فالرواسب كبيــرة الحجم التي تميل للشكل المدبب تكون أكثر مقاومة لقوة الجــر المـــائي، بينمـــا نجـــد أن الأحجام الصغيرة والمائلة إلى الاستدارية والكروية تحتاج إلــى مقاومـــة أقـــل . ويعـــود السبب في هذا التباين إلى اختلاف قوة مقاومة الأجسام باختلاف أحجامهـــا وأشـــكالها ، فالأشكال المدببة تستطيع مقاومة قوة الجــر الناتجة عن فعل التيار المائي، كمـــا تكـــون المساحة التي تؤثر فيها قوة الجر أقل من الأشكال المستديرة والكروية، والتي يزداد فيها تأثير قوة الجــر المؤثرة على سطحها بزيادة حجمها . كما أن زيادة حجم الرواسب يعني زيادة قوة المقاومة التي تقوم بها الحبيبات للحد مـــن حركتهـــا . ولتحديـــد خـــصائص الرواسب السريرية على طول مجرى وادي البالوع تم أخذ العينات الرسوبية على أبعاد

متساوية تبلغ 1500م على طول مجرى وادي البالوع ، كما تم تحديد كل محطة قيـــاس بدائرة تبلغ قطرها 50 سم، وتم اختيار أكبر 10 أحجام من الرواسب في كل محطــــة ، وذلك على عشر فترات مناخية خلال فترة الدراسة بمجموع بلغ 1000 عينة.

كما هو مؤشر إليه في شكل (27).



شكل (27)

محطات القياس العشرة في منطقة الدراسة

فمن حيث الحجم بلغ متوسط حجم العينات الرسوبية المقاسة 110.38 ملم مـــع وجود تفاوت ملحوظ في هذا المعدل يتراوح ما بين 161 ملم في الجزء الأعلـــى مــن الوادي، و70.3 ملم في الجزء الأدنى من الوادي.

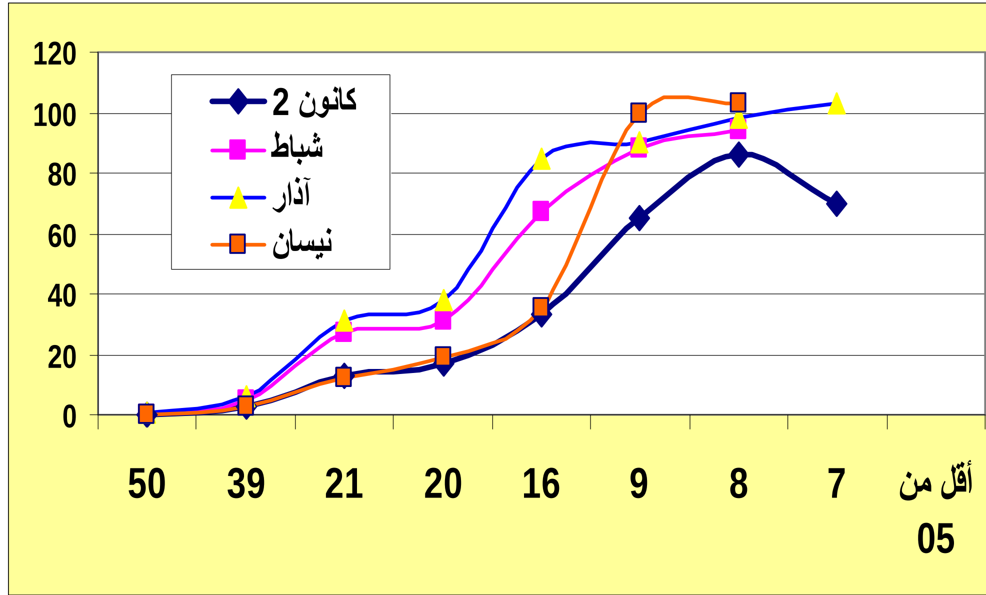
كما يبين الجدول (15) أن أحجام الرواسب تختلف من محطة إلى أخـرى علـــى طول وادي البالوع ، حيث يمكن التمييز بين أجزاء الوادي علـــى أســـاس تبـــاين حجـــم

الرواسب السريرية، وبصورة عامة تنتمي الأحجام الكبيرة من الرواسب السريرية التي تزيد عن 130 ملم إلى المناطق العليا والوسطى من مجرى الوادي ، في حين تتركز الأحجام الصغيرة التي تقل عن 130 ملم في بيئة المصب. وقد انعكس هذا التباين في حجم الرواسب السريرية على العلاقة بين عملية الترسيب من جهة ، وعملية النقل من جهة أخرى، إذ يؤدي التناقص في أحجام الرواسب السريرية باتجاه المصب إلى سهولة نقلها، في حين أن زيادة حجمها باتجاه بيئة المنابع يؤدي إلى توضعها مشكلة جزءاً من سرير المجرى، وقد تبين من الدراسة الميدانية في وادي البالوع وجود تباين في حجم الرواسب السريرية بناء على درجة انحدار جوانب الوادي . ويظهر ذلك في جدول (16) والذي يبين طبيعة العلاقة بين حجم الرواسب السريرية ودرجة انحدار جوانب الوادي ، حيث نلاحظ من هذا الجدول أن أكبر حجم للرواسب السريرية كانت في المناطق التي تتميز بأعلى درجات انحدار جانبية، كما هو الحال في منطقة المنابع والوسط.

جدول (13)

مسافة النقل للرواسب السريرية خلال شتاء عام (2012-2013)

الحجم/ سم	شهر كانون الثاني كمية التصريف (0.7م^3/ت) سرعة الجريان (0.67م/ث)	شباط كمية التصريف (0.51 م^3/ت) سرعة الجريان (0.67م/ث)	آذار كمية التصريف (0.82م^3/ت) سرعة الجريان (0.61م/ث)	نيسان كمية التصريف (0.57م^3/ت) سرعة الجريان (0.70م/ث)
	المسافة (م)	المسافة (م)	المسافة (م)	المسافة (م)
50	لم تتحرك	لم تتحرك	01	لم تتحرك
39	03	05	06	03
21	13	27	31	12
20	17	31	38	19
16	33	67	85	35
09	65	88	90	100
08	86	94	98	103
07	70	_	103	_
أقل من 05	_	_	_	_



شكل (28)

مسافة النقل للرواسب السريرية خلال شتاء عام 2012-2013

جدول (14)

العلاقة بين حجم الرواسب السريرية ومسافة النقل من 2012 /11/4 إلى 2013/6/1

القطر/سم	60	55	45	40	36	30	25	20	18	16	13	12	10	أقل من 100
المسافة م	2.5	3.7	6	9	13	25	87	140	290	301	390	400	420	لم يتم العثور عليها

المصدر: إعداد الباحث من الدراسة الميدانية.

وقد بلغ معدل حجم الرواسب السريرية في منطقة المنا بع والتي تمثلها المحطات الأولى والثانية والثالثة (161ملم، 163ملم، 147.3ملم) على التوالي. كما وصل هذا المعدل في منطقة الوسط والتي تمثلها المحطة الرابعة والخامسة إلى (114ملم،111ملم) بينما بلغت درجة انحدار جوانب الوادي عند هذه المحطات (31ْ_42ْ)، (18°_42°) (30°_28°)، (22ْ_33ْ)،(33ْ_32ْ)على التوالي، في حين نجد أن المناطق التي تتدنى فيها درجات الانحدار الجانبية للوادي (بيئة المصب)، تتميز بتناقص ملحوظ في

حجم الرواسب السريرية مقارنة مع حجمها في الأجزاء العليا ، مما يؤكد علـــى وجـــود علاقة طردية على بين حجم الرواسب السريرية ودرجة انحدار جوانب الوادي.

أما نسبة التكور فتبلغ 41% بالنسبة لجميع العينات المدروسة مع وجود تفـــاوت في هذه النسبة تتراوح ما بين 23% و55% وتزداد هذه النسبة بـــصورة عامـــة فـــي الأجزاء الدنيا من الوادي ويرجع ذلك إلى تعرضها لعمليتي الكشط والتفتت أثناء نقلهـــا واصطدامها بصخور المجرى، وبالتالي العمل على استدارتها وسهولة نقلها بالتدحرج.

وفيما يتعلق باستدارية الرواسب السريرية فتبلغ نسبة الاستدارية للفئة الثالثة ، الرابعـــة والخامسة 0.21، 0.17،0.11على التوالي ، وهذا يعني تمركز الرواسب السريرية في وادي البالوع ضمن الرتبة الا ـــولى والثانية من الاستدارية والتي تـــشير إلـــى تـــدبب حافاتها.

إن 51% من العينات المدروسة على طول الوادي تنتمي إلى هاتين الفئتين مـــن الاستدارية، مما يؤدي إلى تباين مسافة نقلها إذ تنقل الرواسب الأكثر استدارية مـــسافة أكبر من الرواسب المدببة وذلك لسهولة نقلها بالتدح رج. وتزداد نسبة التدبب في الرتبة الأولى بصورة ملحوظة باتجاه منطقة المنابع ، حيث وصلت فـــي المحطـــات الأولـــى والثانية والثالثة (0.77، 0.63، 0.25) على التوالي.

جدول (15)

معدلات نسب أحجام وتكور وشكل واستدارية الرواسب السريرية في المحطات العشر المدروسة على طول مجرى وادي البالوع في الفترة الممتدة من تشرين الثاني لعام 2012 _ أيلول / 2013.

المحطة	معدل القطـــر / ملم	نسبة التكور %	نسبة فئات الشكل				نسب رتب الاستدارية				
			مربع	مكعب	النصلي	المحوري	المدببة	شبه الدببة	شـــــــبه المستديره	المستديره	مـــستديرة بالكامل
الاولى	160	0.21	0.17	0.23	0.30	0.28	0.75	0.17	0.05	0	0
الثانية	162	0.260	0.19	0.25	0.16	0.38	0.62	0.29	0.07	0.01	0
الثالثة	146.3	0.33	0.13	0.26	0.22	0.27	0.23	0.42	0.23	0.08	0.01
الرابعة	113	0.36	0.21	0.14	0.50	0.13	0.20	0.32	0.30	0.18	0.07
الخامسة	110	0.40	0.36	0.16	0.22	0.24	0.17	0.25	0.24	0.19	0.12
السادسه	143.2	0.43	0.15	0.13	0.17	0.33	0.12	0.27	0.27	19	0.13
السابعة	119.9	0.35	0.23	0.18	0.28	0.29	0.14	0.37	0.24	0.10	0.12
الثامنة	98.6	.0482	0.38	0.34	0.11	0.15	0.07	0.15	0.26	0.32	0.18
التاسعه	79.5	0.541	0.34	0.27	0.20	0.17	0.10	0.13	0.26	0.29	0.20
العاشرة	69.3	0.555	0.27	0.22	0.28	0.21	0.06	0.12	0.19	0.37	0.24
المعدل	110.38	0.41	0.243	0.218	0.254	0.255	0.26	0.25	0.21	0.17	0.11

المصدر: إعداد الباحث من الدراسة الميدانية.

جدول (16)

العلاقة بين حجم الرواسب السريرية ودرجات الانحدار الجانبية في المحطات المقامة على طول مجرى وادي البالوع

المحطة	معدل الحجم /ملم	درجات الانحدار الجانبية لمجرى الوادي البالوع
الأولى	160	42˚_31˚
الثانية	162	42˚_18˚
الثالثة	146.3	28˚_30˚
الرابعة	113	33˚_22˚
الخامسة	110	34˚_33˚
السادسة	143.2	21˚_24˚
السابعة	119.9	21˚_20˚
الثامنة	98.6	25˚_20˚
التاسعة	79.5	20˚_23˚
العاشرة	69.3	25˚_18˚

من ناحية أخرى نجد أن الرواسب السريرية الكاملة الاستدارة والمستديرة ، وشبه المستديرة يزداد وجودها في منطقة المصب . ومن حيث شكل الرواسب السريرية تبلغ نسبة فئات الأشكال الرسوبية ، المربع والمكعب والنصلي والعصوي (0.24، 0.218، 0.254، 0.225) على التوالي . وهذا يعني أن هنالك تنوعاً في أشكال العينات الرسوبية المدروسة ، وتميل الرواسب المكعبة والمربعة للتزايد باتجاه بيئة الترسيب ، في حين تزداد الرواسب العصوية والنصلية باتجاه منطقة المنابع.

ويمكن إرجاع اختلاف خصائص الرواسب السريرية على طول المجرى إلى مجموعتين من العوامل:

1. عوامل جيولوجية تتعلق بطبيعة الصخر من حيث نوعيته وقوامه و بنائه ، حيث تلعب هذه الخصائص دوراً بالغ الأهمية في تحديد كمية وحجم الرواسب السريرية. فقد وجد من الدراسة الميدانية أن درجة صلابة صخور الوادي وفراشه الصخري يؤثران على كمية وحجم الرواسب السريرية . وتتميز الأجزاء الدنيا بسهولة تفككها نتيجة لعمليات التجوية ، في حين كانت الأجزاء التي تسود فيها الصخور الجيرية أكثر صلابة من الصخور أجزاء المنطقة الدنيا، وهو الأمر الذي انعكس في النهاية على كمية وحجم الرواسب السريرية في الوادي ، كما وجد أيضاً أن الرواسب تعتمد في نوعيتها وكميتها على نظام التطبق والفواصل الصخرية المنتشرة على طول وادي البالوع. ويظهر ذلك من خلال دور المفاصل في حدوث تساقطات صخرية ذات أحجام كبيرة (أكبر من 250 ملم)، لتسهم في جزء من الحمولة السريرية فيما بعد خاصة في ظل الأحداث المطيرة ، إلا أن حجم التعمق في الصخر يتفاوت من مكان إلى آخر . وعلى أية حال وجد في وادي البالوع بأن صلابة الصخر ترتبط بعلاقة عكسية مع كمية الرواسب ، بينما يرتبط نظام التطبق والفواصل بعلاقة طردية مع كمية الرواسب السريرية . ويؤكد ذلك ما ذهب إليه جليرت من أن صخر الجرانيت لا يمكن أن يتأثر بعمليات التجوية ، ما لم يصل إلى درجة مناسبة من الشقوق والمفاصل (Gilbert , 1904).

بينما ربط باحثون آخرون حجم الرواسب الناتجة عن التجوية بأبعاد نظام المفاصل الموجودة في الصخر نفسه .ومن أمثلة ذلك ما ذهب إليه توايديل من أن المفاصل الضيقة والعميقة الموجودة في الصخر تنتج بفعل التجوية كتلاً صخرية صغيرة الحجم في حين تنتج المفاصل الأفقية حصويات حادة تشبه النصال بينما تنتج المفاصل المتعامدة كتلاً صخرية تشبه شكل المعين (Twidale, 1971). كذلك الحال فإن استدارية الرواسب السريرية تتأثر هي الأخرى بخصائص الصخر نفسه . فوجود مفاصل عميقة متعامدة الاتجاه في أي تكوينات صخرية تنتج عند تأثرها بالتحلل الكيماوي الذي يتم عادة على طول سطوح المفاصل أو تعرضها للتقشر الميكانيكي بما يسمى بحجارة النواقي في حين يشجع تشظي الصخور وانشطارها ، إنتاج الأشكال المدببة (lana, 1954).

أما بالنسبة للتكور فقد تم تفسيره بتأثر الرواسب السريرية بعملية الحت التي تتعرض لها أثناء نقلها وبعد توضعها مثل التفتت الميكانيكي والكيميائي ، وتعتمد شدة التفتت على التركيب المعدني والأشكال الأصلية للرواسب نفسها (lana, 1954).

2. عوامل بيئية مسؤولة عن تنظيم استجابة الرواسب السريرية عندما تصبح عرضة لعمليات الحت والترسيب ، خاصة المسافة التي تنقل إليها الرواسب ودرجة الانحدار. لقد أكد كثير من الباحثين أهمية مسافة النقل المائي في تحديد الخصائص الشكلية للرواسب السريرية وأحجامها مع تزايد المسافة التي تنقل إليها . إذ يعمل الماء الجاري على زيادة قوة عمليات الاحتكاك الميكانيكي مما يؤدي إلى تناقص أحجام الرواسب السريرية وزيادة نسبة التكور والاستدارية . أما فيما يتعلق بدرجة الانحدار فقد ارتبطت المناطق شديدة الانحدار بالأحجام الكبيرة والأشكال المدببة وانخفاض نسبة التكور ، في حين كانت المناطق الأقل انحداراً تتمتع بأحجام صغيرة وارتفاع نسبة التكور وسيادة الأشكال شبه المستديرة.

2.4 الحمولة العالقة Suspended load

هي كمية المواد العالقة التي تتحرك خارج الطبقة القاعية والمنقولة بواسطة النهر في فترة زمنية معينة (shen, 1971). وتتكون الحمولة العالقة في وادي البالوع من المواد الدقيقة صغيرة الحجم التي يستطيع التصريف المائي أن يحملها معه ، وتشمل ذرات الرمال والصلصال والحبيبات الرملية الناتجة عن تفكك الصخور الجيرية والرملية بفعل عمليات التجوية الميكانيكية . وتعتمد الحمولة العالقة في وادي البالوع على طبيعة المواد والرواسب والفراش الصخري ، والتصريف النهري والمناخ السائد في المنطقة.

وقد تم قياس الحمولة العالقة لعشر محطات قياس على طول مجرى وادي البالوع خلال فترات مناخية مختلفة امتدت من شهر تشرين الأول إلى شهر أيلول ، وذلك لإيجاد التباين الزماني والمكاني في تركزها بين فصول السنة والأيام الماطرة ، وعلى طول المجرى تبعا لاختلاف كمية الأمطار والتصريف المائي . ويبين الجدول (17) هذا التباين على النحو التالي:

1. قياس الحمولة العالقة خلال الفصل المطير قبل وأثناء العواصف المطيرة وبعدها ، للفترة الممتدة من تشرين الأول إلى نيسان . وقد تراوحت معدل تركز الحمولة العالقة لهذه الفترة ما بين 2114 ملغم \ لتر و 3351 ملغم \ لتر، أي بنسبة 2,11 % و 3,35 % من التصريف المائي .وعند مقارنة هذه النسبة مع نسبة تركز الحمولة العالقة خلال الفصل الجاف الذي يلي الفصل المطير ، نجد أهمية ودور الأمطار والتصريف المائي في تفعيل عمليات التجوية الميكانيكية والكيميائية ، لصخور ورسوبيات الوادي ، وزيادة كميات الحمولة العالقة ، بفعل عمليات انجراف التربة ونتاج التجوية المختلفة، وزيادة النشاط الحتي لسرير وضفاف الوادي بسبب ارتفاع كميات التصريف المائي، والتي وصلت في بعض الأيام إلى 2م³\ ث.

وقد أشارت تقارير سلطة المصادر الطبيعية إلى أن نسبة تركز الحمولة العالقة في الأودية الأردنية للموسم 1975/74 م تراوحت ما بين 1%إلى 0,9 % حيث ترتفع نسبة التركز بارتفاع كميات التصريف المائي وزيادة تركز الأمطار.
(water Master pland Of Jordan, 1997)

2. تتباين كمية تركز الحمولة العالقة على طول مجرى وادي البالوع ، وتراوحت هذه الكمية ما بين 1930 ملغم / لتر، وذلك في المحطة الأولى و3340 ملغم / لتر في المحطة العاشرة مما يعطي دلالة على تزايد نسبة تركز الحمولة العالقة باتجاه بيئة الترسيب وتناقصها باتجاه بيئة المنابع . ويعود ذلك إلى الزيادة الحاصلة في كمية التصريف المائي باتجاه بيئة المصب ونقصانه باتجاه منطقة المنابع ، وما يرافق ذلك من زيادة في كمية الحمولة العالقة باتجاه منطقة المصب.

جدول (17)

المعدل الشهري للحمولة العالقة (ملغم/ لتر) في المحطات العشرة المقامة على طول مجرى وادي البالوع خلال شتاء عام (2012- 2013)

المحطة الشهر	الاولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة	السادسة	السابعة	الثامنة	التاسعة	العاشرة
تشرين الأول	1424	1511	1560	1602	1910	2702	2713	2800	2809	2820
تشرين الثاني	1450	1570	1600	1610	1913	2704	2715	2801	2817	2827
كانون الأول	1760	1770	1880	1884	2590	2902	2910	3000	3007	3010
كانون الثاني	2321	2400	2407	2500	2913	2607	3613	3720	3730	3847
شباط	2510	2560	2793	2792	2932	3150	3865	3900	3902	4019
آذار	2753	2765	2770	2800	2975	3285	3991	4000	4002	4170
نيسان	1302	1300	1537	1610	1941	2640	2643	2713	2720	2739
المعدل	1930	1983	2078	2115	2454	2850	3200	3271	3280	3340

المصدر: إعداد الباحث من الدراسة الميدانية.

3.4 الحمولة الذائبة Dissolved Load

هي كمية المواد الذائبة بواسطة مجرى وادي البالوع في فترة زمنية معينة .
وتعتمد كمية المواد الذائبة على طبيعة الصخور ،والمناخ السائد ،ونشاط الإنسان
(Sharma et al, 1980).

تتكون الحمولة الذ ائبة من نواتج التجوية الكيمائية والتحلل الكيمائيللصخور في
حوض وادي البالوع . وإن تحديد حجم الحمولة الذائبة في الوادي يعتبر أمراً سهلاً لان
الصخور السائدة في الحوض من النوع الجيري الذي يتميز بسهولة التركيب الكميائي .
ويعتبر الكالسايت المعدن الرئيسي في هذه الـ صخور ويتكون من كربونات الكالسيوم .
وهو بذلك أكثر قابلية للذوبان من غيره من الصخور وقد وصلت نسبة الكالسايت في
المنطقة إلى 80% في أغلب الأحوال ويتم تحول الكالسيوم في حالة الذوبان إلى
بايكربونات الكالسيوم.ومن تحليلالمياه المأخوذة من مجرى الوادي لمحتويات الكال سيوم
أمكن دراسة نسبة الحمولة الذائبة ومعرفة معدل تغيرها عن طريق معرفة تغير
الكالسيوم في كميات التصريف المختلفة.

وصلت كميات الحمولة الذائبة عند سقوط الأمطار إلى 1100ملغم / لتر،
وشكلت ما نسبته 1.1 بالأفمن كمية التصريف ، بينما انخفضت إلى 65 ملغم / لتر
في أيام آخرى وبنسبة 0.006 من كمية التصريف.

كما وجد أن نسبة الحمولة الذائبة تتناقص بشكل واضح في الأيام الماطرة وتزداد
في الأيام الجافة وأكدت بعض الدراسات على أن نسبة الحمولة الذائبة في المناطق التي
ينتشر فيها الصخر الجيري تختلف وكميات الأمطار حيث أن هذه النسبة تتـ ناقص في
حالة هطول الأمطار خلال فترة زمنية قصيرة بينما تتزايد هذه النسبة عندما يستمر
هطول الأمطار لفترة أطول . ويعود ذلك إلى قصر الزمن اللازم لحدوث التفاعل
الكميائي بين الماء الحامضي وكربونات الكالسيوم في الحالة الأولى وعكس ذلك في
الحالة الثانيةمع تزايد نبة الحمولة المعلقة في كلتا الحالتين . ومن هنا يتبين أن
العلاقة بين نسبة الحمولة المعلقة والحمولة الذائبة في المناطق التي يتواجد فيها الصخر

الجيري هي علاقة عكسية . ويعود الفرق في مدى تأثير الأمطار على كل من الحمولة المعلقة والذائبة، إلى أن الأمطار عامة لا تتدخل في الحمولة الذائبة الا من خلال تفاعلها الكيماوي بينما يختلف الوضع بالنسبة للحمولة المعلقة حيث تساهم الأمطار بانجراف التربة بأشكاله المختلفة وزيادة التصريف المائي في المجاري المائية ونقل المواد الرسوبية.

4.4 مصادر الرواسب:

1.4.4 عمليات التجوية:

تنشط علميات التجوية الميكانيكية والكيميائية على طول مجرى وادي البالوع ، مما يمهد المواد الصخرية للنقل والترسيب . وقد ساعد التفاوت الحراري الواضح في درجات الحرارة في المدى الحراري السنوي والفصلي والشهري واليومي على زيادة نشاط التجوية الميكانيكية في تفتيت المواد الصخرية، وتحضير المواد اللازمة للإنجراف بكميات كبيروساهمت الصخور الجيرية المنتشرة على طول المجرى ، والتي تتميز بكثرة الشقوق والمفاصل في زيادة معدلات التجوية ، وذلك لزيادة مساحة السطح الصخري المكشوف لتأثير العوامل الجوية.

2.4.4 الحت المائي:

يتعرض مجرى وادي البالوع وضفافه لعملية الحت، بفعل الجريان المائي خاصة في الفصل المطير نتيجة لإرتفاع كمية التصريف المائي وسرعة جريانه ، ووجود التكوينات الكلسية والمارلية اللينة في الأجزاء العليا والوسطى ، والتكوينات الرملية في الأجزاء الدنيا من مجرى الوادي وذلك على طول ضفاف المجرى.

وتسهم عمليات الحت المستمر لجوانب القناة وضفافها في زيادة كمية الرواسب في وادي البالوع . كذلك تعمل المياه الجارية في وادي البالوع على إضعاف الفراش الصخري وحته. كما أن الفراش الصخري يعمل على توجيه عملية الحت في الكثير من

المواضيع فنجد أن الحت يتجه إلى السرير في حالة صلابة الضفاف كما هو الحال في منطقة المنابع والوسطى، في حين يتجه نحو الضفاف في حالة صلابة السرير، كما هو الحال عند بيئة المصب (Gottschalk, 1964).

3.4.4 الانهيارات الأرضية:

تحدث الانهيارات الأرضية في وادي البالوع عند حدوث الفيضانات، أو أثناء العواصف غزيرة الأمطار، وخاصة إذا كانت جوانب الوادي شديدة الانحدار كما هو الحال في المنطقة الممتدة على جانبي المجرى الرئيسي للوادي.

أما الأجزاء الدنيا من الوادي فتقل فيها الانهيارات الأرضية نتيجة لقلة الأمطار الساقطة وقلة انحدار الضفاف، مقارنة بالأجزاء العليا والوسطى. وتنشط الانهيارات الأرضية من خلال ما يلي:

1. زيادة النشاطات البشرية المتمثلة في شق الطرق، وإنشاء المباني وزراعة الأراضي القريبة من ضفاف المجرى الرئيسي للوادي، مما زاد من احتمالية حدوث الانهيارات.
2. قلة الغطاء النباتي في بعض أجزاء الحوض يؤدي إلى ضعف تماسك مواد السطح وزيادة قابليتها لحدوث الانهيارات الأرضية.
3. قوام الصخر وعدم استقراره، ويظهر أثر ذلك من خلال ارتفاع كثافة الشقوق والمفاصل في التكوينات الجيرية والرملية على طول المجرى، مما يؤدي إلى تسرب الماء داخل الصخر وزيادة نشاط التجوية الميكانيكية والكيميائية وحدوث انهيارات، ومما يساعد في زيادة حدوث الانهيارات الأرضية أيضاً وجود الطبقات الجيرية فوق طبقات قليلة النفاذية والتي تتكون من المارل والصوان، والتي تمهد لحدوث الانزلاقات الأرضية بعد سقوط كميات مرتفعة من الأمطار.
4. انكشاف الصخور بفعل الانجراف خاصة في المناطق شديدة الانحدار، وتعرضها لعمليات التجوية مما يساعد في زيادة احتمالية حدوث الانهيارات.

4.4.4 انجراف التربة:

ترتبط الحمولة الرسوبية للوادي بعملية انجراف التربة التي تقوم بها المسيلات والجداول الصغيرة التي تصب مباشرة في النهر. وتتأثر كميات انجراف التربة التي تقوم بنقلها المسيلات والجداول في منطقة الدراسة. بكميات الأمطار وتركزها وشدة الانحدار وكثافة الغطاء النباتي ودرجة تماسك حبيبات التربة، فنجد أن بعض الأجزاء التي تتميز بارتفاع كميات الأمطار وشدة الانحدار وقلة تماسك حبيبات التربة، كانت كميات التربة المنجرفة، أكبر من الأجزاء الأخرى، بدليل ظهور المكاشف الصخرية في الأجزاء الوسطى من المجرى. ويظهر دور البنات في زيادة معدلات انجراف التربة في الأجزاء الدنيا من الوادي. إذ لوحظ أن قلة الغطاء النباتي في تلك الأجزاء قد ساهمت في تفتيت التربة وعدم تماسكها وزيادة معدلات التربة المنقولة، بفعل التذرية الريحية وتوضعها في مجرى وادي البالوع مما يعمل على زيادة الحمولة الرسوبية للمجرى.

ويوضح جدول (18) أنماط قابلية التربة للانجراف في حوض وادي البالوع، وتوزيعها المكاني واستعمالات الأرض فيها ويستدل من الجدول كذلك على مدى فاعلية انجراف التربة في الحوض خاصة في المناطق المنحدرة على جانبي المجرى، وانعكاس ذلك على زيادة الحمولة الرسوبية للوادي. ويتوافق ذلك مع الدراسة التي قام بها الدباس عام 1994 والتي أوضح فيها أن معدل انجراف التربة، يتزايد في المناطق المنحدرة نتيجة لفاعلية الجريان السطحي على تلك المنحدرات. وقد بلغ معدل انجراف التربة السنوي في نقطة مختارة على منحدر 139.0 غم، في حين كان معدل انجراف التربة السنوي في نقطة أقل انحدار 61.8 غم (الدباس، 1994). مما يعطي دلالة واضحة على أثر الانحدار في زيادة كمية التربة المنجرفة، وانعكاس ذلك على زيادة الحمولة الرسوبية في الوادي.

جدول (18)

قابلية التربة للانجراف وإجراءات الصيانة المقترحة

أنماط قابلية التربة على الانجراف	التوزع المكاني في وادي البالوع \ الوحدات الأرضية	نوع الانجراف	الغطاء النباتي \ استعمالات الأراضي
أراضي ذات قابلية معتدلة للانجراف	1- بقايا أسطح تسوية: 2- واسعة لطيفة الميل 3- متوسطة الميل 4- مصاطب صخرية : خفيفة التقطع	1- صفيحي على اسطح التسوية 2- مسيلات على الحواشي	1زراعة بعلية وأشجار مثمرة ، مثل: الزيتون والكروم 2- الرعي الجائر على السفوح 3- مراكز عمرانية على أسطح التسوية
أراضي ذات قابلية عالية للانجراف	1- سفوح حت: 2- ظهور خنازير 3- مصاطب صخرية شديدة التقطع 4- بقايا أسطح تسوية 5- أسطح تلالية متموجة	1- مسيلات 2- أخاديد بسبب الصدوع 3- زحف تربة على مجاري الأودية	1- زراعة مروية على وادي الأزرق 2- مراعي فقيرة
أراضي ذات قابلية عالية جداً للانجراف	1- الحافة الصدعية المتقطعة 2- قاع رملي متماوج 3- سفوح حت متوسطة التقطع	1- مسيلات 2- أخاديد 3- أودية الأزراق ، بير السبيل 4- انزلاقات 5- زحف تربة	1- مراعي فقيرة على المنحدرات 2- مراحل في ماحص والفحيص 3- غابات واسعة 4- زراعة بعلية ومروية 5- العمران حيث تقع السلط 6- غاباتها متدهورة
أراضي ذات قابلية عالية للغاية للانجراف	1- الانهيارات النشطة على جانبي وادي البالوع 2- الأراضي الرديئة	1- الانهيارات 2- تدهور التربة 3- تدفقات طينية 4- تعرية ريحية	1- مراعي فقيرة على السفوح 2- زراعة مروية للأجزاء السفلى من الانهيارات 3- مراعي فقيرة

5.4 نتائج تطبيق أسلوب الانحدار المتعدد:

1.5.4 العوامل المؤثرة في كمية الترسيب:

يوضح الجدول (19) نتائج الانحدار المتعدد لبعض المتغيرات المؤثرة في كمية الترسيب في وادي البالوع وقد كشفت هذه المتغيرات عن النقاط التالية:

1. فسرت جميع المتغيرات المستقلة المذكورة في الجدول (19) ما قيمته 80% من التباين في كمية الترسيب على طول مجرى وادي البالوع ، وعند مستوى 95% من الثقة مما يعني ارتفاع نسبة تفسيرها للتباين في كمية الترسيب وأهميتها في تحديد السعة والكفاءة النهرية للمجرى.
2. فسرت درجة الانحدار 45% من مجمل التباين في كمية الترسيب بمعامل ارتباط _ 90% وعند مستوى 95% من الثقة وبذلك يعتبر أهم المتغيرات ، حيث فسرت حوالي نصف التباين . ويعود ذلك إلى دور درجة الانحدار في تحديد السعة والكفاءة النهرية للجريان المائي فالزيادة في درجة الانحدار ، تؤدي إلى زيادة سرعة الجريان المائي وسعته وكفاءته النهرية . وبالتالي زيادة قدرته على حمل الرواسب ، في حين نجد أن تناقص درجة الانحدار تؤدي إلى تناقص سرعة الجريان وسعته وكفاءته النهرية وبالتالي عدم مقدرته على نقل رواسبه ولجوئه إلى ترسيبها.
3. احتل متغير التصريف المائي المرتبة الثانية ، حيث فسر 31% من التباين في كمية الترسيب وبمعامل ارتباط _75% وعند مستوى 95% من الثقة وبذلك فهو يأتي بعد متغير درجة الانحدار. وتعود قلة تفسيره للتباين مع أنه من أهم العوامل المؤثرة في كمية الترسيب ، إلى أن درجة الانحدار قد فسرت الجزء الأكبر من التباين.
4. فسر متغير الغطاء النباتي 4% من التباين الكلي بمعامل ارتباط 62% وعند مستوى 95% من الثقة، مما يعطي أهمية للغطاء النباتي في تفسير التباين حيث

يعمل الغطاء النباتي على الحد من سرعة الجريان، وما يؤدي إليه ذلك من تناقص في سعة وكفاءة الجريان وقدرته على حمل الرواسب.

5. لم يفسر متغير كمية الأمطار ، ومتغير سرعة الجريان أية نسبة من التباين بالرغم من أهميتهما وذلك بسبب تداخل المتغيرات مع بعضها البعض.

2.5.4 العوامل المؤثرة في حجم الرواسب السريرية:

يبين الجدول (20) نتائج الانحدار المتعدد لبعض المتغيرات المؤثرة في حجم الرواسب السريرية في وادي البالوع. وكشفت هذه المتغيرات عن النقاط التالية:

1. فسرت جميع المتغيرات المستقلة المذكورة في الجدول (20) ما قيمته 87% من التباين في حجم الرواسب السريرية على طول مجرى وادي البالوع وعند مستوى 95% من الثقة، وهذا يعني ارتفاع نسبة ما تفسره هذه المتغيرات من التباين الكلي لحجم الرواسب السريرية المنقولة في الوادي ، مما يعطي دلالة على أهمية هذه المتغيرات في تحديد السعة والكفاءة النهرية للوادي.
2. جاءت مسافة النقل في المرتبة الأولى حيث فسرت 43% من مجمل التباين في حجم الرواسب، وعند مستوى 95% من الثقة وبذلك تعتبر أهم المتغيرات ، حيث فسرت أكثر من نصف التباين فالزيادة في مسافة النقل تؤدي إلى تقليل أحجام الرواسب، خاصة وأنها تتكون من صخور جيرية ورملية سهلة التفتت والتحلل.
3. فسر متغير درجة انحدار المجرى 11% وسرعة الجريان 0.09% من التباين الكلي في حجم الرواسب ، وعند مستوى 95% من الثقة. ويرجع السبب في ذلك إلى أن زيادة درجة انحدار المجرى تعمل على زيادة سرعة الجريان . وكلاهما يعملان على زيادة حجم الرواسب السريرية المنقولة. والدليل على ذلك ، أن متغير سرعة الجريان يأتي من حيث الأهمية بعد متغير درجة انحدار المجرى مباشرة.
4. أما النسبة التي لم تفسرها هذه المتغيرات (13%) فتعزى إلى وجود عوامل أخرى تؤثر في حجم الرواسب كنوعية الصخر.

3.5.4 العوامل المؤثرة في كروية الرواسب:

تشيردراسة أثر بعض العوامل الموثرة في كروية الرواسب ا لسريرية بأسلوب الانحدار المتعدد، جدول (21) إلى ما يلي:

1. فسرت جميع المتغيرات المستقلة المذكورة في الجدول (21) ما قيمته 93% من التباين الكلي في كروية الرواسب وعند مستوى 95% من الثقة.

ويعود هذا الارتفاع في ن سبة التفسير إلى سرعة استجابة الصخور الجيرية والرملية لعمليات الكشط الميكانيكي التي تعمل على استدارتها وتكويرها أثناء نقلها إلى بيئة المصب. أما النسبة التي لم تفسرها هذه المتغيرات (7%)، فيرجع ذلك إلى وجود عوامل أخرى تؤثر في كروية الرواسب مثل نوعية الصخر وخصائصه.

2. فسر متغير مسافة النقل 88% من التباين ومتغير حجم الرواسب 4% ومتغير التصريف المائي 1% وعند مستوى 95 % من الثقة، ويعود السبب في ارتفاع نسبة متغير مسافة النقل في هذه الدراسة إلى سرعة استجابة الصخور الجيرية والرملية إلى عمليات الكشط الميكانيكي التي تعم ل على استدارتها وتكويرها أثناء نقلها إلى بيئة المصب . أما حجم الرواسب فقد فسر نسبة معقولة من حجم التباين الكلي المفسر في هذه الدراسة . ويرجع ذلك إلى أن حجم الرواسب يحدد مسافة نقلها. فالأحجام الصغيرة تنقل لمسافة أطول من مسافة الأحجام الكبيرة وهذا يعني أن الأحجام الصغيرة تتعرض لعمليات الكشط الميكانيكي أثناء نقلها أكثر من الأحجام الكبيرة. أما بالنسبة للتصريف المائي ، لم تظهر له أهمية كبيرة في هذه الدراسة كما أن تفسيره للتباين كان منخفضاً ، وذلك لتناقص كمية التصريف في فصل الجفاف.

4.5.4 العوامل المؤثرة في الحمولة العالقة في وادي البالوع:

لقد تم قياس عدد من العوامل التي يعتقد أن لها تأثيراً في الحمولة العالقة في وادي البالوع والموضحة في الجدول (22):

ولقد كشفت معالجتها بأسلوب الانحدار المتعدد ما يلي:

1. فسرت جميع المتغيرات المذكورة في الجدول (22) ما قيمته 75% من التباين في الحمولة العالقة، وعند مستوى 95% من الثقة. مما يدل على أهمية هذه المتغيرات في تحديد الحمولة العالقة في وادي البالوع.
2. جاء متغير الأمطار في المرتبة الأولى ، حيث فسر 55% من التباين في الحمولة العالقة بمعامل ارتباط 87% وعند مستوى 95% من الثقة،ويعود السبب في ذلك إلى دور الأمطار في زيادة انجراف التربة ، وزيادة الحمولة العالقة عن طريق الجريان السطحي، كما تعمل الأمطار على زيادة كميات التصريف المائي وزيادة قدرة الوادي على نقل الحمولة العالقة.
3. احتل متغير التصريف المائي المرتبة الثانية حيث فسر 15%من التباين في الحمولة العالقة، بمعامل ارتباط 80% وعند مستوى 95% من الثقة وبذلك فهو يأتي بعد متغير الأمطار من حيث الأهمية.

وتعود قلة تفسيره للتباين مع أنه من أهم العوامل المؤثرة في الحمولة العالقة ، إلى أن الأمطار فسرت الجزء الكبر من التباين ، كما أنها تقوم بتحديد كميات التصريف المائي.

4. فسر متغير مسافة النقل 4% من التباين وبمعامل ارتباط 30% ومتغير درجة الانحدار 1% وبمعامل ارتباط متعدد 27% من التباين وعند مستوى 95% من الثقة.

ويعود ظهور متغير مسافة النقل في هذه الدراسة إلى أن زيادة مسافة النقل باتجاه بيئة المصب تعني زيادة في كمية التصريف المائي ، وما يترتب على ذلك من زيادة في الحمولة العالقة. أما متغير درجة الانحدار فمن المعروف أن الزيادة في درجة الانحدار تعني زيادة سرعة الجريان المائي ، وما ينجم عن ذلك من تفعيل للنشاط الحتي لسرير وضفاف المجرى أثناء الجريان، وبالتالي زيادة الحمولة العالقة المنقولة.

جدول رقم (19)

نتائج الانحدار المتعدد عند اعتبار كمية الترسيب متغيراً تابعاً

المتغيرات	معامل الارتباط %	نسبة التباين المفسر للمتغير	نسبة التباين المفسر التراكمي	المعنوية بالمئة
درجة الانحدار	90-	0.45	45	%95
التصريف المائي	75-	0.31	76	%95
كثافة الغطاء النباتي	62	0.04	80	%95

المصدر: إعداد الباحث

جدول (20)

نتائج الانحدار المتعدد عند اعتبار حجم الرواسب السريرية متغيراً تابعاً

الرقم	اسم المتغير	معامل الارتباط %	نسبة التباين المفسر للمتغير	نسبة التباين المفسر التراكمي	المعنوية %
1	مسافة النقل	77-	0.43	0.43	%95
2	درجة انحدار المجرى	50	0.22	0.65	%95
3	سرعة الجريان	40	0,11	0.76	%95
4	كروية الرواسب	35	0.09	0.81	%95
5	التصريف المائي	20	0.02	0.87	%95

المصدر: إعداد الباحث

جدول (21)

نتائج الانحدار المتعدد عند اعتبار كروية الرواسب السريرية متغيراً تابعاً

الرقم	اسم المتغير	معامل الارتباط%	نسبة التباين المفسر للمتغير	نسبة التباين المفسر التراكمي	المعنوية %
1	مسافة النقل	75	0.88	0.88	%95
2	حجم الرواسب	40	0.04	0.92	%95
3	التصريف المائي	18	0.01	0.93	%95

المصدر: إعداد الباحث

جدول (22)

نتائج الانحدار المتعدد عند اعتبار الحمولة العالقة متغيراً تابعاً

الرقم	اسم المتغير	معامل الارتباط%	نسبة التباين المفسر للمتغير	نسبة التباين المفسر التراكمي	المعنوية %
1	الامطار	87	0.55	0.55	%95
2	التصريف المائي	80	0.15	0.70	%95
3	مسافة النقل	30	0.04	0.74	%95
4	درجة الانحدار	17	0.01	0.75	%95

المصدر: إعداد الباحث

6.4 ملخص النتائج والتوصيات

لقد أصبحت مشكلة الناتج الرسوبي من المشاكل الصعبة التي تواجه المجتمعات البشرية لما لها من أخطار على موارد التربة والمياه ففي الوقت الذي يعتبر فيه الناتج الرسوبي نتيجة نهائية لعملية انجراف التربة وما يترتب عليها من تدمير الأراضي الزراعية وتدهور إنتاجيتها يؤدي إلى تراجع عمر وطاقة السدود والخزانات والقنوات المائية, والتي تكلف صيانتها مبالغ طائلة لإزالة كمية الرواسب المجتمعة فيها سنوياً.

وقد أجريت هذه الدراسة لمحاولة تقدير الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع الذي يعتبر من المناطق المهمة في الأردن من حيث موارد التربة والمياه.

واعتمدت هذه الدراسة على المسح والقياس الميداني والطرق الإحصائية , لتقدير كمية الرواسب المزالة من الحوض ونسبة تركز الحمولة الرسوبية في الوادي والعوامل المؤثرة عليها من خلال تحديد دور وأهمية العوامل المؤثرة في تباين التصريف المائي وانجراف التربة والحمولة الرسوبية والمعلقة , والتي يعتقد بأنها المسؤولة عن التباين في الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع.

1.6.4 النتائج

وقد كانت أهم النتائج التي تم الوصول إليها ما يلي:

1. تعتبر العوامل المناخية متمثله في درجات الحرارة وكميات الإمطار الساقطة , أهم العوامل المؤثرة على الناتج الرسوبي لحوض وادي البالوع , بحيث تتعرض سفوح الحوض لانجراف التربة بواسطة المياه الجارية بشكل واضح نتيجة لفعل الإمطار التي تتميز بتركيزها المرتفع وتحدث على شكل عواصف رعدية . فيعمل ذلك على سرعة إزالة المواد الناتجة بفعل التجوية التي تنشط عملياتها المختلفة في الحوض نتيجة لهذه العوامل . كما ساهم في ذلك نوعية صخور الحوض الجيرية كثيرة الشقوق والمفاصل وعالية المسامية والنفاذية , مما أدى إلى سرعة تأثرها في عمليات التجوية والإذابة والتحلل.
2. أظهر البحث دور الإنسان في التأثير على عملية الترسيب من خلال أنشطته المتعددة.ويتوقف مدى هذا التأثير على كثافة الاستغلال البشري من جهة , ومدى استجابة الظواهر الطبيعية من جهة أخرى . كما أظهر البحث أن من أهم الأنشطة البشرية التي لها دور كبير في التأثير في العمليات الجيومورفولوجية النهرية في حوض وادي البالوع (الحت والإرساب,ومعدل الجريان المائي) هي الزراعة , الرعي, النشاط العمراني, وشق الطرق.
3. تسهم الخصائص الشكلية والمساحية لحوض وادي البالوع و المتمثلة في صغر المساحة الحوضية, واتخاذها الشكل المثلث في تفعيل عملية الترسيب. إذ تعمل هذه الخصائص على زيادة التصريف المائي , وذلك للتناقص المستمر في التبخر والتسرب, وما يقوم به من دور في زيادة النشاط الحتي والحمولة الرسوبية وتفعيل لعملية الترسيب.
4. دلت النتائج أيضا على أن الأجزاء الغربية من الحوض متمثلة في منطقة الا منبع تساهم في الناتج الرسوبي للوادي بكميات اعلي من الأجزاء الشرقية وذلك لارتفاع كمية الإمطار (أكثر من 350 ملم) ووجود التربة وضعف التكوينات الصخرية

والاستغلال البشري الكثيف في الأجزاء الغربية, وندرة التربة و قلة الإمطار (اقل من 300 ملم) وصلابة التكوينات الصخرية وقلة النشاطات البشرية في الأجــزاء الشرقية.

5. أظهرت الدراسة العلاقة العكسية بين مسافة النقل وحجم الرواسب الــسريرية . إذ يتناقص حجمها مع تزايد مسافة النقل , لما تتعرض له الحمولة الــسريرية فــي حوض وادي البالوع من تغير في أحجامها وشكلها إثناء النقــل فــي المجــرى . ويتضاعف حجم هذه التغيرات مع زيادة مسافة النقل , مما يــؤدي إلــى تنــاقص أحجامها وزيادة كرويتها . وتراوحت نسبة كرويتها ما بين منطقة المنابع والعصب (23% و 55%) على التوالي. وقد أظهر أسلوب الانحدار المتعــدد , أن مــسافة النقل هي أهم المتغيرات المؤثرة في التباين في حجم وكروية الرواسب السريرية حيث فسرت (43%) من التباين في حجم الرواســب الــسريرية , و(88%) مــن التباين في كروية الرواسب.

6. تزداد كفاءة وسعة المجرى كلما زادت الإمطار والتصريف المائي بحيث تنتقــل كمية اكبر وأحجام اكبر (تصل إلى 150 سم) في العواصف المطرية.

7. ينقل الوادي معظم ناتجه خلال الفصل المطير بسبب زيادة نشاط عمليات انجراف التربة وحدوث الانهيارات الأرضية ، التي تعمل على تزويد الروافــد والمجــرى الرئيسي بالمواد الرسوبية المختلفة . كما تعمل الزيادة في كمية التصريف المــائي على زيادة عمليات الحت ا لجانبي والرأسي, وانهيار الضفاف، ونقل كميات اكبــر من الحمولة السريرية التي تتعرض للتفتت والتحلل أثناء نقلها ، مما يعمــل علــى زيادة كمية الحمولة العالقة ليصل معدلها خــلال الفــصل المطيــر إلــى 2653 ملغم/لتر.

إما في فصل الجفاف , فان انجراف التربة بفعل المياه الجا رية يختفي نهائيا على سفوح الحوض, وتتناقص كميات التصريف المائي نتيجة لتوقــف هطــول الإمطــار ، والاستغلال البشري لمياه الوادي الذي قد يجف تماما ، ويتوقف نقل الحمولة الــسريرية,

وتقل نسبة تركيز الحمولة المعلقة بحيث لا تزيد عن (0,0003)من التصريف المـــائي. ويقتصر نشاط الوادي خلال هذه الفصل على نقل الحمولة الذائبة (تصل نـــسبتها إلـــى (0,5%)من التصريف المائي . وتصبح كميات الناتج الرسوبي منخفضة جدا خلال هذه الفصل.

8. تدل الخصائص الرسوبية لوادي البالوع من حيث نسبة التضرس (35.6), علـــى أن هناك كميات كبيرة من صخور الوادي ما زالت تنتظر دورهـــا فـــي الحـــت المائي، إنما توافرت الظروف المناسبة لذالك , كتزايد التساقط السنوي للإمطـــار وغيرها.

9. دلت نتائج الدراسة على وجود علاقة عكسية بين الحمولة الرسوبية والغطاء النباتي

2.6.4 التوصيات:

لتحقيق أهداف البحث والتي تدور حول تحديد صورة واضحة عن أسباب وطبيعـــة عملية الترسيب، وأفضل السبل الكفيلة للحد من مخاطر هذه العملية بناء علـــى معرفة أهم العوامل المؤثرة فيها ، فقد أوضحت نتائج الدراسة بروز عدة عوامل تعمل على زيادة معدلات الترسيب . وبما إن انجراف التربة بـــشكل خـــاص و النشاط الحتي بشكل عام من أهم العوامل التي تؤثر في عملية الترســـيب ، فقـــد أمكن من خلالها تحديد بعض التوصيات لمعالجة المخاطر الناتجة عـــن عمليـــة الترسيب وهي:

1. إعداد خرائط تفصيلية عن استعمالات الأراضي فـــي الـــوادي لتحديـــد نـــوع الاستعمال المناسب حسب الظروف البيئية والحوضية , وبما يتلاءم مع إجراءات التوافق مع مخاطر النشاط الحتي في الوادي.
2. توعية المزارعين إلى ضرورة استخدام الدورة الزراعية والحراثة الكنتورية من خلال وسائل الإعلام المرئية عند بداية الموسم المطري ، لما تـــسهم بـــه هـــذه

التوعية إلى تنبيه المزارعين للمخاطر الناجمة عن عدم التزامهم بالطرق الزراعية السليمة.

3. تنظيم عمليات الرعي للمحافظة على الغطاء النباتي في الحوض وتحديد أماكن خاصة للرعي.
4. القيام بالمسح الميداني لخصائص التكوينات الرسوبية على طول مجرى حوض وادي البالوع، وربط هذه الخصائص بعملية الحت بهدف تحديد مصادر الرواسب وأثرها في زيادة مشكلة الحت, وإيجاد الحلول المناسبة لهذه المشكلة.
5. التقليل من كمية الرواسب المنقولة بفعل الروافد الفرعية من خلال حماية ضفافها وأسرتها من عمليات الهدم ، وذلك بإقامة شبكة تصنيف اصطناعية للتخلص من المياه الزائدة عنالطاقة الاستيعابية لهذه الروافد , وبخاصة في موسم سقوط الإمطار ووقت حدوث الفيضان.
6. بناء المصاطب على السفوح الطويلة والمنحدرة لتخفيف سرعة الجريان المائي وتقليل دوره في انجراف التربة.
7. إتباع الري بالتنقيط في الأراضي المزروعة على ضفاف المجرى للتقليل من انجراف التربة، والذي يؤدي إلى زيادة كميات الحمولة العالقة في الوادي.
8. تثبيت ضفاف المجرى في بعض المناطق عن طريق بناء الجدران الاستنادية أو تغطيتها بالبلاستيك أو المواد المعدنية مثل الأسلاك.
9. تخفيف انجراف التربة إلى الحد الذي يؤدي إلى تناقص الناتج الرسوبي , ويتم ذلك من خلال المحافظة على المادة العضوية في التربة، وحماية وتعويض العناصر الغذائية فيها ، والمحافظة على صفاتها الفيزيائية واستغلال مصادر المياه بالطرق المثلى ، بواسطة إتباع الأساليب الزراعية مثل الدورة الزراعية والحراثة الكنتورية، والطرق الهندسية بالزراعة الشرائطية على السفوح الطويلة.

10. تشجير المنطق شديدة الانحدار , وذلك لزيادة تماسك حبيبات التربة وتقليل من انجرافها بفعل الأخاديد والمسيلات المائية ، وما يؤدي إليه ذلك من تقليل من الحمولة التي ينقلها مجرى الوادي.

المراجع

أ. المراجع باللغة العربية

أبو سليم، علي حمدي (1997). **ديناميكية التيبب النهري في وادي شعيب** . رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الاردنية، عمان، الأردن.

أبو سمور، حسن (1985).التصريف المائي لوادي الموجب، **مجلة الجغرافي العربي اتحاد الجغرافين العرب**، بغداد، ع4، ص 77_101.

الأرصاد الجوية الأردنية (2009). بيانات غير منشورة، عمان، الأردن.

الأنصاري، نضير ، (1997)، **مبادىء الهيدرولوجيا**، جامعة بغداد، بغداد.

البطيخي أنور، (1983)**حماية التربة من الإنجراف** ، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلم، ادارة العلم، العدد الثاني، تونس

جبوري، صباح توما، (1988)**علم المياه وإدارة أحواض الأنهار** ، مديرية دار الكتب والنشر الموصل، جامعة الموصل.

الرفاعي،محمود فيصل.(1989). **الهيدرولوجيا**منشورات جامعة حلب، كلية الهندسة المدنية.ص79_88.

الروسان، تالا،(2003)**العمران الريفي في بلدتي السرو واليرموك** (محافظة اربد) 1960_2000، رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، ص 56_67.

سلامة، حسن رمضان (1980)، التحليل الجيومورفولوجي للخصائص المورفومترية للأحواض المائية في الأردن، " **دراسات**، مجلد رقم 7، ع1، ص79_132.

سلامة،حسن(2004)، **أصول الجيومورفولوجيا**،دار المسيرة للنشر، عمان.ص 166_185.

سلامه، حسن رمضان، (1985). اختلاف التصريف المائي للأودية الصحراوية في الأردن، **الجمعية الجغرافية الكويتية**، العدد 54. ص 96- 104.

سلطة وادي الأردن (2009). **تقارير غير منشورة.**عمان، الأردن.

شركة هارزا.(1980) **الرواسب السنوية الترسيبية أمام سد الملك طلال**، دراسة غير منشورة، عمان، الأردن.

الشلش، علي حسنين، (1981)، **جغرافية التربة**، جامعة البصرة، البصرة.

الصحاف، مهدي(1970)، **التصريف النهري والعوامل المؤثرة فيه**، الجمعية الجغرافية العراقية، المجلد السادس، حزيران.

الصنيع، عبدالله علي، (1404هـ)، **المدخل إلى البحث العلمي الجغرافي المعاصر**، مكة المكرمة، قسم الجغرافيا، كلية التربية، جامعة أم القرى، مطابع الصفاء.

الطعاني، أيمن عبد الكريم، (2008)**إدارة وتقييم وتخطيط استعمالات الأرض في لواء بني كنانة في الأردن باستخدام نظام المعلومات الجغرافية (GIS)**، ط1، المكتبة الوطنية، عمان. ص80_102.

الظاهر، نعيم، (1989)، **قابلية التربة للانجراف في حوض وادي شعيب**، رسالة ماجستير، الجامعة الأردنية، عمان _ الأردن.

عابد، عبد القادر (1982)، **جيولوجية الأردن: صخورة، تراكيبه، معادنه، ومياهه** : مكتبة النهضة العربية،عمان.

عابد، عبد القادر(1985)، **جيولوجية البحر الميت**، الجامعة الأردنية،عمان.

العبادي، فخري رشيد الدين (1974)**الترسيب النهري في سد الملك طلال** . رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة بغداد، العراق.

العقرباوي، إيمان (2007). التحليل المورفومتري لحوض وادي زرقاء ماعين مقارنة مع الأحواض المائية في الأردن، **مؤتة للبحوث والدراسات** ، المجلد22، العدد5. ص83_90.

العنانزة، علي (1986)، **الناتج الرسوبي لحوض وادي كفرنجة**، رسالة ماجستير غير منشورة، عمان، جامعة الأردنية، الأردن.

العنانزة، علي(1999)استهلاك المياه في محافظة الكرك : الحاضر والمستقبل، **مؤتة للبحوث والدراسات**، المجلد الرابع عشر، العدد8. ص35_60.

عوده، سميح، (1994)، دلتا الموجب مروحية الشكل، **دراسات**، مجلد، 21عدد، 1، ص9-53.

غنيم، عثمان (1982)، **جيومورفولوجية دلتا وادي زرقاء ناعين** رسالة ماجستير غير منشورة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن.

كليو، عبد الحميد، (1985)، الإنسان كعامل جيومورفولوجي ودوره في العمليات الجيومورفولوجية النهرية،**الجمعية الجغرافية الكويتية** ، المجلد 1، العدد 80، الكويت، ص5_55.

المحاميد، عباس (2012)**عملية الناتج الرسوبي في سد الموجب** . رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، الاردن.

المركز الجغرافي الملكي (2002).**كميات الهطول المطري** بيانات غير منشورة، عمان، الاردن.

مصلحي، فتحي محمد، (1984)، **الجغرافيا البشرية المعاصرة، دار الإصلاح**، الدمام.

المطارنة، احمد عطاالله، (2009)، **الإنتاج المائي السطحي في الأجزاء الجنوبية الغربية لحوض وادي الموجب وأثر النشاط البشري على نوعية المياه** ، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، عمان.

المومني، لطفي راشد، (1997)**الاستشعار عن بعد في الهيدرولوجي : هيدرولوجية حوض وادي الموجب الرئيسي في الأردن دراسة في الجغرافية التطبيقية استشعار عن بعد**، الأردن، عمان.

النواصرة، عواد عايد، (2006)، **أثر انخفاض مستوى سطح البحر الميت على جيومورفولوية الأحواض الدنيا لأودية : الكرك، ابن حماد، الجرة، الشقيق، الموجب**، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة مؤتة، عمان.

وزارة الزراعة(1990)، **قسم دراسات التربة**، عمان، الاردن.

وزارة الزراعة(1993)، **قسم دراسات التربة**، عمان، الاردن.

وزارة الزراعة(2001)، **قسم دراسات التربة**، عمان، الاردن.

وزارة المياه والري(1971 – 1995)، **بيانات مناخية غير منشورة**، عمان، الاردن.

ب. المراجع الاجنبية

Anderson ,E.W & Cox, N, J. (1978), Acomparison of Different instruments of measuring soil creep, **catena**, vol 5, pp81-93.

Atkinson , K, (1967**), soil conservation survey of wadi shueib and wadi kufrein**, Jordan , rept university of durham.

Bender, F, (1974), **Geology of Jordan**, Gebruder Borntager, Berlin.

Bowen , Robert,(1982). **surface water ,applied science publishers**, barlin. London,pp 103-117.

Dunne, l.A, & Hempton, M, R, (1984), deltic sedimentation in the lake hazar pull south – eastern turkey, **Sed Imentology Journal**, vol 13, no 15 pp 220- 241.

Gilbert, J. (1904). Domesand Dome Strares of the High Sierra. **Geol. Soc. Am. Bull**, Vol 15, pp 29-36.

Gordon, W, and huxman, T. (2007), **ecohydrilogy and climate change**, pp 116- 117, edited by paul, j. and david, m. hydrogeology and ecohydrology: past, present and future. john wiley , sons ltd.

Gottschalk, L. C. (1964). **Reservoir Sedimentation in Chow**, Y. T. (ed). Handbook of Applied Hydrology, McGraw, New york .

Gregory, K. J. and walling , k.e, (1986), **drainage basin form and process**, amold , London.

Jic, (1987). **hydrological and water study of almujeb watershed**. amman, pp 123- 126.

Kinghton , A, D, (1988), longtiadinal changes in size and shape of variable transport condition , **catena**. vol 9, no 1 pp 25- 34.

Lana, W & carlson, J. (1954). Some Observation on the Effect of Particle Shapeom the Movement of Coures Sediments, **Transe, AM. Geophys, Union**, Vol35, pp452-462.

Marvin, S. (w. d). Possible change in water yield and peak flows response to forest management, department of environmental science, policy and managmement university of California Berkeley, California.

Mather. A, S (1986). land use, Longman wiley London; new york; **somerset ,N.J**.Pp146_150.

Morgan , J , (1979), **deltic sedimentation: modern and ancient**, shever Tulsa okla , new york.

Neuman, j, (1960), Notes on rain fluctuations in Palestine and climatic fluctuations in the northern hemisphere, bulletin of the research council of Israel , pp 90.

Oroud, I (2007). **The impacts of climate change on water resourses in jordan , climate change and water resourses in the middle east and north Africa**; zerien; f. and hotzl,h(eds), springer publishing company Pp 109_123.

Philip, S. Lake,p(2007).**Flow_ generated and Ecological Responses: floods and droughts**, pp 79_85, edited by, paul ,j.and david ,m. hydrogeology and ecohydrology; past, present and future. John wiley and sons ltd.

Ram, B, (2002), resource appraisal for land use planning in watershed, watershed management for sustainable agriculture agro bios india. vol 164. pp 35- 44.

Sharma, T- Canmd, D & Dickmsom, W. T. (1980). Systom Model of Daily Sedment Yield, **Journal of Sedimem Tary Petrology**, Vol16, No3, pp 502-506.

Shen, H. (1971). **Wash Load and Bed Load**, Longman, London.

Smith, D. I & Stopp, P, (1978). **The River Basin**, Cambridge University, Cambridge.

Twidale, R, (1971). **Structural Lamd Forms**, Longman, LONDON.

water Master pland Of Jordan, (1997). **Data Non Publisher**, amman, Jordan.

Wolman, M, B., (1967). Acycle of Sedimention and Erosion in Urban River. **Chammels Geografiska Ammaloy**, 49, PP385-395.

Woube , M. (1999). flooding and sustainable land – water management in the lower baro – akobe river basin , **Ethiopia applied geography**, 17(3): 235- 251.

Yair , A. & Lavee. H. (1990), **runoff generation in arid and semi- arid zones, pp 183- 200**, edited by m.g. Anderson and t.p.burt. hydrological forecasting , john wiley , sons ltd.

المعلومات الشخصية

الاسم: اسماعيل خالد الضمور

التخصص: ماجستير جغرافيا

الكلية: العلوم الاجتماعية

السنة: 2013م

هاتف رقم : 0796142412